

**UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA
E MUCURI**

Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal

Fernanda Silveira Lima

**RESGATE E ACONDICIONAMENTO DE PLANTAS DE ESPÉCIES
ENDÊMICAS DOS CAMPOS RUPESTRES**

Diamantina

2019

Fernanda Silveira Lima

**RESGATE E ACONDICIONAMENTO DE PLANTAS DE ESPÉCIES
ENDÊMICAS DOS CAMPOS RUPESTRES**

Dissertação apresentada ao programa de Pós
Graduação em Ciência Florestal da Universidade
Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como
requisito parcial para obtenção do título de Mestre.
Orientador:

Prof. Dr. Israel Marinho Pereira

Diamantina

2019

Elaborado com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

L732r

Lima, Fernanda Silveira

Resgate e acondicionamento de plantas de espécies endêmicas dos campos rupestres / Fernanda Silveira Lima, 2019.
82 p. : il.

Orientador: Israel Marinho Pereira

Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2019.

1. Campo rupestre. 2. Velloziaceae. 3. Cactaceae. 4. Salvamento. I. Pereira, Israel Marinho. II. Título. III. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

CDD 577.1

FERNANDA SILVEIRA LIMA

**Resgate e acondicionamento de plantas de espécies endêmicas dos
campos rupestres**

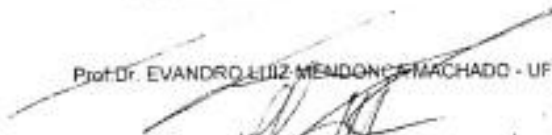
Dissertação apresentada ao
MESTRADO EM CIÊNCIA
FLORESTAL, nível de MESTRADO
como parte dos requisitos para
obtenção do título de MESTRA EM
CIÊNCIA FLORESTAL

Orientador (a): Prof. Dr. Israel Marinho
Pereira

Data da aprovação : 30/07/2019



Prof. Dr. ISRAEL MARINHO PEREIRA - UFVJM



Prof. Dr. EVANDRO LUIZ MENDONÇA MACHADO - UFVJM



Dr. LUIZ FELIPE RAMALHO DE OLIVEIRA - UFVJM

DIAMANTINA

DEDICATÓRIA

*“Dedico este trabalho a Deus, que sempre foi
o autor da minha vida e do meu destino. O
meu maior apoio nos momentos difíceis.”*

AGRADECIMENTOS

À Deus pela força e pela oportunidade em concluir o mestrado e por ter colocado pessoas tão especiais no meu caminho ao longo dessa caminhada.

Ao meu pai Marcos e à minha mãe Rosângela que, com muito carinho e apoio, sempre acreditaram em mim e não mediram esforços para que eu chegasse até esta conquista bem como todas as demais.

Ao meu irmão e melhor amigo Bruno, fonte de força e companheirismo sempre.

Ao meu orientador Prof.Dr. Israel Marinho Pereira pela dedicação, confiança e pelos ensinamentos ao longo desses dois anos em que fui sua orientada;

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal pelos ensinamentos, em especial ao Israel M. Pereira e Evandro Machado por me impulsionarem na pesquisa.

À Amanda, pela amizade, força, companheirismo e cumplicidade em campo;

Ao NERAD pela amizade e pela colaboração na realização dos trabalhos, em especial à Amanda, Bruna, Gleica, Lilian, Victor, Paula e Aline que fizeram os dias de campo sempre melhores;

Aos velhos amigos e colegas de Lavras e aos novos que tive o prazer de conhecer em Diamantina, agradeço por todo o apoio.

À banca examinadora da defesa desta dissertação, professor Evandro Machado e Dr. Luiz Felipe Ramalho, primeiramente pela disponibilidade em aceitar participar e, já antecipando, pelas sugestões e correções sobre o trabalho apresentado.

Aos técnicos e funcionários do DEF e do Viveiro pela prontidão em me ajudar sempre e pela amizade.

À UFVJM e à CAPES, pela concessão da bolsa, indispensável para a conclusão de mais uma etapa profissional;

Às empresas Anglo American e Corcovado, pelo investimento e incentivo à pesquisa.

Enfim, a todos que contribuíram direta e indiretamente para a conclusão deste trabalho:

Serão sempre lembrados!

LIMA, Fernanda Silveira. RESGATE DE PLANTAS COMO ALTERNATIVA PARA ADEQUAÇÃO AMBIENTAL, SALVAMENTO E CONSERVAÇÃO DE GERMOPLASMA EM EMPREENDIMENTOS MINERÁRIOS, 2019. X p. (Dissertação – Mestrado em Ciência Florestal) Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2019.

RESUMO GERAL

A pressão exercida sobre a exploração de rochas ornamentais e minério de ferro na Serra do Espinhaço tem causado alterações no padrão e na dinâmica natural dos ecossistemas e na comunidade vegetal. Diante deste cenário e da atual legislação minerária, empresas se comprometem a adotar estratégias de mitigação, de forma a compensar tais impactos. Neste sentido, realizaram-se estudos de estratégias de conservação por meio da prática do resgate de espécies em áreas de mineração no Espinhaço Meridional em campos rupestres quartzíticos (Diamantina-MG) e ferruginosos (Conceição do Mato Dentro). Em vista disso, propôs-se no presente estudo avaliar diferentes técnicas de resgate da flora como forma de subsidiar a produção de mudas para a restauração de ambientes em áreas de mineração. A dissertação foi estruturada em três capítulos, sendo o primeiro uma revisão de literatura, com intuito de retratar os temas abordados na dissertação. No segundo, avaliou-se o acondicionamento dos indivíduos resgatados em forma de micro-habitats, visando gerar conhecimento que viabilize a reintrodução destas espécies na restauração das áreas degradadas. Para tal, avaliou-se as espécies *Vellozia epidendroides* e *Cipocereus minensis* como espécies chaves, em diferentes composições de mix de espécies e níveis de sombreamento. No terceiro capítulo, foi verificado a sobrevivência e índices de clorofila da *Vellozia ramosissima* em diferentes classes de altura dos indivíduos resgatados (pequeno, médio e grande). O resultado deste estudo corroborou a eficiência da metodologia proposta bem como as melhores condições para acondicionamento dos indivíduos pós – resgate e composição de mix de espécies, o que possibilita nortear a restauração ecológica dos campos com uso de espécies endêmicas de diferentes formas de vida e com alta diversidade.

Palavras-chave: Cactaceae, Campo rupestre, salvamento, Velloziaceae

GENERAL ABSTRACT

The pressure exerted on the exploitation of ornamental stones and iron ore in Serra do Espinhaço has changed in the pattern and natural dynamics of ecosystems and in the plant community. Given this scenario and the current mining legislation, companies undertake to adopt mitigation strategies in order to offset these impacts. In this sense, studies of conservation strategies were carried out through the practice of species rescue in mining areas in the Espinhaço Meridional in Quartzite (MG) and ferruginous rupestrian fields (Conceição do Mato Dentro). Therefore, it was proposed in the present study to evaluate different techniques of flora rescue to subsidize the production of seedlings for the restoration of environments in mining areas. The dissertation was structured in three chapters, the first one being a literature review, aiming to portray the topics covered in the dissertation. In the second one, it was evaluated the conditioning of the rescued individuals in the form of microhabitats, aiming to generate knowledge that allows the reintroduction of these species in the restoration of the degraded areas. For this, the species *Vellozia epidendroides* and *Cipocereus minensis* were evaluated as key species, in different forms of mix and levels of shading. Finally, in the third chapter we evaluated the survival and mean levels of chlorophyll of *Vellozia ramosissima* of the size of the individuals rescued (small, medium and large). The results of this study corroborated the efficiency of the proposed methodology as well as the best conditions for conditioning the post-rescue individuals.

Key-words: Cactaceae, rescue, rupestrian field, Velloziaceae

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Ocorrência natural de indivíduos de <i>Vellozia epidendroides</i> em área de mineração de campo rupestre quartzítico no distrito de Conselheiro Mata em Diamantina, MG.....	27
Figura 2 – Ocorrência natural de indivíduos de <i>Vellozia resinosa</i> em área de mineração de campo rupestre quartzítico no distrito de Conselheiro Mata em Diamantina, MG	28
Figura 3 – Ocorrência natural de indivíduos de <i>Vellozia ramosissima</i> em área de mineração de ferro, em campo rupestre ferruginoso em Conceição do Mato Dentro, MG.	29
Figura 4 – Área minerária em supressão de campos rupestre ferruginoso onde foram realizados em sua maioria o resgate dos indivíduos de <i>Vellozia ramosissima</i> em Conceição do Mato Dentro, MG.....	30
Figura 5 – Ocorrência natural de indivíduos de <i>Cipocereus minensis</i> em área de mineração de campo rupestre quartzítico no distrito de Conselheiro Mata em Diamantina, MG	31
Figura 6 – Ocorrência natural de indivíduos de <i>Apochloa molinioides</i> em área de mineração de campo rupestre quartzítico no distrito de Conselheiro Mata em Diamantina, MG.....	33

LISTA DE ILUSTRAÇÕES ARTIGO I

FIGURA 1 – Mapa da área de resgate das espécies de estudo destinada à supressão vegetal no distrito de Conselheiro Mata em Diamantina, Minas Gerais.....	45
FIGURA 2 – Área minerária em supressão de campo rupestre quartzítico onde foram realizados em sua maioria o resgate das espécies de estudo no distrito de Conselheiro Mata em Diamantina, Minas Gerais	45
FIGURA 3 – Detalhes dos procedimentos de resgate dos indivíduos de estudo.....	47
FIGURA 4 – Área experimental instalada em três níveis de sombreamento em casa de vegetação	48
FIGURA 5 – Avaliação do índice de clorofila total dos indivíduos de <i>Vellozia epidendroides</i> em três níveis de sombreamento.....	50
FIGURA 6 – Valores médios de sobrevivência de indivíduos do total de mix com a espécie chave <i>Vellozia epidendroides</i> sob diferentes intensidades luminosas.....	51
FIGURA 7 – Valores médios de sobrevivência de indivíduos do total de mix com a espécie chave <i>Cipocereus minensis</i> sob diferentes intensidades luminosas	53
FIGURA 8 – Variação de sobrevivência de indivíduos resgatados dos mix de <i>Vellozia epidendroides</i> e <i>Cipocereus minensis</i>	54

LISTA DE ILUSTRAÇÕES PROPOSTA ARTIGO II

FIGURA. 1 – Localização da área de estudo em substrato ferruginoso no município de Conceição de Mato Dentro, MG.....	70
FIGURA. 2 – Resgate de <i>Vellozia ramosissima</i> em área de supressão	71
FIGURA. 3 – Indivíduos resgatados de <i>Vellozia ramosissima</i> separados em classes de tamanho, considerando as alturas: (a) grande porte; (b) médio porte; (c) pequeno porte.....	72
FIGURA. 4 – Sobrevivência de indivíduos resgatados de <i>Vellozia ramosissima</i> dispostos em três classes de altura em área de mineração no município de Conceição do Mato Dentro-MG...	74
FIGURA. 5 – Teores médios de clorofila a (a), clorofila b (b) e clorofila total (c) de indivíduos resgatados de <i>Vellozia ramosissima</i> dispostos em três classes de altura em área de mineração no município de Conceição do Mato Dentro-MG.....	75

LISTA DE TABELAS ARTIGO I

Tabela 1 – Composição dos sete tratamentos compostos por mix de espécies de diferentes formas de vida, oriundas do resgate em área de mineração de campo rupestre quartzítico destinada a mineração no distrito de Conselheiro Mata em Diamantina, MG	49
Tabela 2 – Análise de variância para a sobrevivência de indivíduos resgatados do mix de <i>Vellozia epidendroides</i> a diferentes níveis de sombreamento e combinações de espécies, em área de supressão vegetal no distrito de Conselheiro Mata em Diamantina, MG	51
Tabela 3 – Análise de variância para a sobrevivência de indivíduos resgatados do mix de <i>Cipocereus minensis</i> a diferentes níveis de sombreamento e combinações de espécies, em área de supressão vegetal no distrito de Conselheiro Mata em Diamantina, MG	52
Tabela 4 – Análise de variância para o índice de clorofila de indivíduos resgatados do mix de <i>Vellozia epidendroides</i> a diferentes níveis de sombreamento e combinações de espécies, em área de supressão vegetal no distrito de Conselheiro Mata em Diamantina, MG	54

LISTA DE TABELAS PROPOSTA ARTIGO II

TABELA. 1 – Análise de variância para a sobrevivência de indivíduos resgatados de *Vellozia ramosissima* em função das classes de altura, em área de supressão vegetal visando a prática minerária no município Conceição do Mato Dentro, MG 73

TABELA. 2 – Análise de variância para os teores médios de clorofila a, b e total de indivíduos resgatados de *Vellozia ramosissima* de diferentes alturas, em área de supressão vegetal visando a prática minerária no município Conceição do Mato Dentro, MG..... 74

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	17
REFERÊNCIAS	19
CAPÍTULO 1: REVISÃO DE LITERATURA.....	21
1. CAMPOS RUPESTRES	21
2. RESGATE DE FLORA.....	23
3. ESPÉCIES ESTUDADAS	25
3.1 Família Velloziaceae	25
3.1.1 <i>Vellozia epidendroides</i> Mart. ex Schult. & Schult. f.	26
3.1.2 <i>Vellozia resinosa</i> Mart. ex Schult. & Schult.f.	28
3.1.3 <i>Vellozia ramosissima</i> L. B. SMITH	28
3.2. <i>Cipocereus minensis</i> (Wender.) Ritter	30
3.3. <i>Apochloa moliniodes</i> (Trin.) Zuloaga & Morrone.....	32
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
ARTIGO 1:Resgate e acondicionamento de plantas de espécies endêmicas de campo rupestre quartzítico	41
1. INTRODUÇÃO.....	43
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	44
2.1 ÁREA DE ESTUDO	44
2.2 Resgate dos indivíduos	46
2.3 Implantação e condução do experimento	48
2.4 Variáveis avaliadas	49
2.4.1. Sobrevivência	49
2.4.2 – Clorofila.....	49
3 RESULTADOS	50
3.1 Experimento 1	50
3.2 Experimento 2	52
4 DISCUSSÃO	55

5 CONCLUSÃO	60
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
PROPOSTA DE ARTIGO CIÊNTIFICO II: Resgate e acondicionamento de <i>Vellozia</i>	
<i>ramosissima</i> em área de mineração de ferro.....	66
1. INTRODUÇÃO	68
2. MATERIAIS E MÉTODOS	70
2.1 Localização e caracterização da área de resgate	70
2.2 Resgate das plantas	71
2.3 Definição das classes de tamanho	72
2.4 Delineamento experimental	72
2.5 Coleta e análise dos dados	72
3 RESULTADOS.....	73
4 DISCUSSÃO	75
5 CONCLUSÃO	78
REFERÊNCIAS.....	78
CONSIDERAÇÕES FINAIS	82

INTRODUÇÃO GERAL

A redução das áreas ocupadas por vegetação nativa tem resultado no declínio da biodiversidade e empobrecimento dos recursos genéticos (MYERS et al., 2000). No Brasil, bem como em grande parte do planeta, o processo de desenvolvimento humano é baseado em uma intensa exploração dos recursos naturais, o que gera um aumento da degradação ambiental (SERATO; RODRIGUES, 2010).

As principais ameaças à biodiversidade e aos serviços ecossistêmicos são advindas de atividades como, agricultura, superexploração de espécies endêmicas, incêndios, mineração, turismo não sustentável, invasões biológicas e mudanças climáticas (SILVEIRA et al., 2016; RIBEIRO et al., 2017; MONTEIRO et al., 2018).

A exploração mineral é uma das atividades que mais contribui para o desenvolvimento e qualidade de vida da sociedade atual, sendo considerado um dos setores básicos para o desenvolvimento econômico e social de muitos países, inclusive o Brasil. Entretanto, apesar da expressiva participação na economia, a mineração gera muitos impactos, a maioria, inerentes à própria atividade e outros que podem ser minimizados se houver manutenção adequada (CARVALHO, 2011). Esta mesma autora complementa ainda que, quando não são bem administrados, os impactos ambientais causados pela atividade mineradora podem provocar um conjunto de efeitos indesejáveis relativos à poluição ambiental, aos conflitos de uso e ocupação de solos, à geração de áreas degradadas, entre outros.

A ampliação dos problemas ambientais, entre eles o crescimento do número de áreas degradadas, reforça a ideia da necessidade de uma legislação que assegure um ambiente ecologicamente equilibrado (ABREU E GONÇALVES, 2013), tendo em vista que é um direito fundamental, uma vez que tem por finalidade a qualidade e a manutenção da vida. A recuperação de áreas degradadas é exigida na Política Nacional do Meio Ambiente, a Lei nº 6.938, de 31/08/1981, a qual determina em seu artigo 2º. Esta legislação tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar ao país condições ao desenvolvimento socioeconômico, mantendo os interesses da segurança nacional e a proteção da dignidade da vida humana. Sendo assim, a obrigatoriedade da elaboração desses planos faz com que os empreendimentos minerários passem a executar projetos em cumprimento a esse requisito legal, dando incentivo ao desenvolvimento de metodologias para a recuperação de áreas mineradas.

É fato que o estudo e a condução da ciência que incentiva a sustentabilidade e a restauração, especialmente em afloramentos de rochas ornamentais, ainda é bastante escasso

(NUNES et al., 2015; GIANNINI et al., 2017). Em contrapartida, o incentivo a novas pesquisas e projetos que apoiam a avaliação dos serviços ecossistêmicos fornecidos por plantas endêmicas são uma maneira promissora de avançar (FERREIRA et al., 2017). Portanto, a conservação, o estudo e a melhoria de métodos para sua restauração requerem atenção especial, especialmente no contexto contemporâneo das discussões globais sobre a importância de proteção ao meio ambiente para a qualidade de vida dos seres humanos (CONVENÇÃO DE RAMSAR, 1971; COLLINS et al., 2013).

O desenvolvimento de técnicas e estratégias adequadas e eficientes atua como passo essencial para o sucesso da restauração (HIGGS et al., 2018). Neste contexto, o resgate de flora pode ser considerado como um recurso promissor para a conservação e restauração de ecossistemas antropizados. Sendo assim, a presente dissertação intitulada “Resgate e acondicionamento de plantas de espécies endêmicas dos campos rupestres”, trata de aspectos relacionados ao salvamento e acondicionamento de indivíduos das espécies *Vellozia ramosissima*, *Vellozia epidendroides*, *Cipocereus minensis*, *Vellozia resinosa* e *Apochloa molinioides*, bem como uma proposta de metodologia de resgate e acondicionamento de espécies de diferentes formas de vida com a finalidade de se obter resultados satisfatórios para subsidiar ações de conservação de espécies e restauração ecológica dos campos rupestres quartzíticos e ferruginosos.

Em face ao exposto, a presente dissertação foi estruturada em três capítulos, sendo o primeiro uma revisão de literatura com o intuito de retratar os temas abordados na dissertação. Os outros dois capítulos foram em formato de artigos e seguiram as normas de formatação de dissertações da UFVJM.

O segundo capítulo intitulado “Resgate e acondicionamento de plantas de espécies endêmicas de campo rupestre quartzítico” objetivou avaliar a eficiência do protocolo de resgate proposto para indivíduos das espécies *Vellozia epidendroides*, *Vellozia resinosa*, *Cipocereus minensis* e *Apochloa molinioides* como espécies chaves, em diferentes composições de mix de espécies e níveis de sombreamento. No terceiro capítulo, avaliou-se a influência do tamanho dos indivíduos (pequeno, médio, grande) resgatados na sobrevivência e índices de clorofila da *Vellozia ramosissima*.

A presente pesquisa foi realizada a partir de uma parceria público-privada entre a UFVJM e às mineradoras Anglo American e Corcovado localizadas nos municípios de Conceição do Mato Dentro e Diamantina, Minas Gerais, Brasil, respectivamente.

REFERÊNCIAS

- ABREU, I. S.; GONÇALVES, L. C. S. O direito fundamental ao meio ambiente ecologicamente equilibrado e a educação ambiental no Brasil. **Derecho y Cambio Social**, Lima, v. 34, n. /, p.1-12, out. 2013.
- CARVALHO, R. P. B. Contribuições da análise de geossistemas na recuperação de áreas degradadas por mineração. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 21, n. 36, p.13-28, jul. 2011.
- COLLINS, W. **A Física por trás das mudanças climáticas**. 2018. Disponível em: <<http://sciam.uol.com.br/a-fisica-por-tras-das-mudancas-climaticas/>>. Acesso em: 10 jun. 2019.
- CONVENÇÃO DE RAMSAR, 1971. Disponível: <http://www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-aquatica/zonas-umidas-convencao-de-ramsar.html>. Acesso em: 10 de junho de 2019.
- FERREIRA, M. C. et al. New pesticidal diterpenoids from *Vellozia gigantea* (Velloziaceae), an endemic neotropical plant living in the endangered Brazilian biome rupestrian grasslands. **Molecules**, Basel, v. 22, n.1, p. 175, jan. 2017.
- GIANNINI, T.C. et al. Selecting plant species for practical restoration of degraded lands using a multiple-trait approach. **Austral Ecology**, Hoboken, v. 42, n. 5, p. 510-521, aug. 2017.
- HIGGS, E. et al. On principles and standards in ecological restoration. **Restoration Ecology**, Washington, v. 26, n. 3, p.399-405, maio 2018.
- JUNK, W.J. et al. Brazilian wetlands: their definition, delineation, and classification, for research, sustainable management, and protection. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, Washington, v. 24, n. 1, p. 5-22, feb. 2014.
- LEITE, J. M.; BELCHIOR, G. P. N. O Estado de Direito Ambiental e a particularidade de uma hermenêutica jurídica. **Seqüência: Estudos Jurídicos e Políticos**, Florianópolis, v.31, n. 60, p. 291-318, nov. 2010.
- LIU, J. et al. Coupled human and natural systems. **AMBIO: A J. of the Human Environment**, v. 36, n. 8, p. 639–49, dec. 2007.
- MANTOVANI, W. , BARBOSA, L. M. Degradação Ambiental: Conceituação e Bases para o Repovoamento Vegetal. In: Workshop sobre recuperação de áreas degradadas da serra do mar e formações florestais litorâneas, São Sebastião. **Anais**. São Paulo: SMA/CINP, v. 202 p. 39-49, 2000.
- MOHR, R. et al. A importância do “saber a história ambiental” para compreender o ambiente atual. **Scientia Plena**, Sergipe, v. 8, n. 6, jun. 2012.
- MONTEIRO, L. et al. Conservation priorities for the threatened flora of mountaintop grasslands in Brazil. **Flora Morphology**, Amsterdã, v. 238, p. 234 – 243, jan. 2018.

MYERS, N, et al. Biodiversity hotspots for conservation prioritis. **Nature International Journal of science**, London, v. 403, p. 853-858, feb. 2000.

NUNES, J.A. et al. Enright Soil-vegetation relationships on a banded ironstone island, Carajás Plateau, Brazilian Eastern Amazonia. **Anais Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 87, n. 4, p. 2097-2110, out-dez. 2015.

RIBEIRO, P.C.D. et al. Invasion of the Brazilian campo rupestre by the exotic grass *Melinis minutiflora* is driven by the high soil N availability and changes in the N cycle. **Science of The Total Environment**, Amsterdã, v. 577, p. 202-211, jan. 2017.

SERATO, D. S.; RODRIGUES, S. C. Avaliação e recuperação da área degradada (voçoroca) no interior da fazenda experimental do Gloriano - município de Uberlândia (MG). **Boletim Goiano de Geografia**, Goiás, v. 30, n. 2, p. 29-42, jul.-dez. 2010.

SILVEIRA, F.A.O et. al. Ecology and evolution of plant diversity in the endangered campo rupestre: a neglected conservation priority. **Plant Soil**, Suíça, v. 403, p. 129-152, jun. 2016.

TANSLEY, A. G. The Use and Abuse of Vegetational Concepts and Terms. **Ecology**, Washington, v.16, n. 3, p. 284- 307, jul. 2008.

TRAILL, L.W. et al. Mechanisms driving change: altered species interactions and ecosystem function through global warming. **Journal Animal Ecology**, London, v.79, n.5, p.937-947, sep. 2010.

CAPÍTULO 1: REVISÃO DE LITERATURA

1. CAMPOS RUPESTRES

As savanas rochosas montanhosas da América do Sul, conhecidas como campos rupestres no Brasil, ocorrem em sua maioria, em formações quartzíticas, areníticas e ferríticas, principalmente em regiões entre 900 e 2.033 metros de altitudes (GIULIETTI et al., 1997; FERNANDES et al., 2014; SILVEIRA et al., 2015). Sua área central encontra-se ao longo das terras altas do leste do Brasil (GIULIETTI et al., 1997; HUGHES et al., 2013; SILVEIRA et al., 2015). Mas, áreas disjuntas também ocorrem ao longo de serras no centro-oeste do Brasil (FRISBY; HIND, 2014; MEWS et al., 2014; SILVEIRA et al., 2015), leste da Bolívia (SARAVIA, 2008) e Floresta Amazônica (SILVEIRA et al., 2015).

De acordo com o substrato sobre o qual se desenvolvem, os campos rupestres podem ser classificados como campos rupestres ferruginosos, que habitam sobre afloramento de rochas ricas em ferro itabiríticas (MOURÃO; STEHMANN, 2007), normalmente formados da decomposição de cangas ou outros substratos ferruginosos. Os campos rupestres quartzíticos caracterizados por se desenvolverem sobre afloramento de quartzito-arenito (VASCONCELOS, 2011) e campo rupestre granítico, visto sobre o granito-gnaiss (QUEIROZ et al., 1996). Sendo estes caracterizados por apresentarem uma alta biodiversidade de fauna e flora, com predomínio dos estratos herbáceo e gramíneas, possuem um regime climático dividido em invernos secos e verões úmidos (SILVEIRA et al., 2016).

Os campos rupestres estão localizados no topo de montanhas e representam ilhas isoladas onde a restrição e limitação de espécies é comum (ALVES; KOLBEK, 1994; BARBOSA et al., 2015), levando a uma heterogeneidade muito alta na composição da comunidade vegetal, mesmo em pequena escala espacial. Os campos rupestres ferruginosos, assim como a fitofisionomia dos campos rupestres quartzíticos é composta predominantemente por formação herbáceo arbustiva, porém associada a afloramentos rochosos de quartzo e solos rasos (REZENDE, 2010). Os indivíduos arbustivos ocorrem preferencialmente nas fendas das rochas e em pequenos bolsões de solo ou matéria orgânica que se formam nas fraturas das rochas.

Os campos rupestres quartzíticos, da Serra do Espinhaço, são correlacionados predominantemente ao extrativismo mineral (ouro e diamante) e vegetal (RAPINI et al., 2008), atividades estas que levaram a degradação de muitos ambientes. Já os campos rupestres ferruginosos, por serem formados em rochas com elevado teor de ferro, são alvo atual do investimento e consequente degradação causada pelas grandes mineradoras no Estado (JACOBI et al., 2007; JACOBI; CARMO, 2008a; VINCENT; MEGURO, 2008; MESSIAS et

al., 2013; VASCONCELOS et al., 2014) que exploram o minério de ferro. Em Minas Gerais, estes ecossistemas encontram-se entre os mais ameaçados, contudo é ainda pouco estudado (JACOBI et al., 2007; JACOBI; CARMO, 2008b).

O Planalto Meridional do Espinhaço constitui o centro de diversidade florísticas de numerosos gêneros de muitas famílias, como Asteraceae, Melastomataceae, Ericaceae, Fabaceae, Velloziaceae (a família inteira), Eriocaulaceae e Xyridaceae, sendo estas duas últimas incomuns ou mesmo ausentes em outras formações brasileiras (LOHMANN; PIRANI, 1996). A diversidade da flora é muito rica, especialmente a campestre, que contém inúmeras espécies endêmicas (LOHMANN; PIRANI, 1996). Várias teorias têm sido propostas para explicar o alto grau de endemismo para vários táxons. Acredita-se que dentro de uma região isso é influenciado positivamente pela taxa de especiação e diminui com a extinção local e as taxas de imigração (CHEN; HE, 2009), que são processos intrinsecamente ligados à história biogeográfica.

Em topos de morro, nota-se em muitas regiões a centralidade da distribuição da vegetação que o compõe. Esse padrão pode ser explicado pelo fato de que espécies quando adaptadas a um determinado ambiente tendem a apresentar maiores chances de sobrevivência, sucesso reprodutivo e crescimento populacional sob suas condições ótimas (ECKERT et al., 2008). Portanto, de acordo com essa hipótese, espera-se que as comunidades de plantas em maiores altitudes apresentem mais espécies endêmicas comparadas as que ocorrem em depressões devido ao estabelecimento mais antigo e relativo isolamento de regiões mais altas (WERNECK, 2011).

Entre os fatores ambientais que potencialmente moldam a distribuição nucleada de plantas restritas em áreas de altitude em maioria no Cerrado, estão o status nutricional e a acidez do solo (RUGGIERO et al., 2002; AMORIM; BATALHA, 2006, 2007; DA SILVA; BATALHA, 2008; REATTO et al., 2008; DANTAS; BATALHA, 2011; LEHMANN et al., 2011; STAVER et al., 2011; FRANCO et al., 2014). Assim, seguindo essa conjectura, espera-se que áreas com baixa fertilidade do solo apresentem níveis mais elevados de endemismo como consequência da especialização do habitat espécies (BEARD et al., 2000). Além disso, uma grande parcela de sua biodiversidade encontra-se vulnerável e necessita de proteção (RAPINI et al., 2008), visto que são mais suscetíveis ao processo de extinção principalmente aos eventos provocados pela ação humana (CNCFlora, 2012). Devido a tais fatores existe uma grande preocupação em relação à conservação da vegetação destes ambientes (RAPINI et al., 2008).

Frente a esta problemática este trabalho busca entender os processos ecológicos acerca das espécies existentes em áreas mineradas, a serem mineradas ou no seu entorno, onde fica evidente a importância de pesquisas para o embasamento de programas de salvamento e restauração dessas áreas.

2. RESGATE DE FLORA

A legislação brasileira determina ainda como forma de minimizar os impactos gerados a adoção de “medidas mitigadoras” e/ou “compensatórias”. O resgate de germoplasma em muitos casos é colocado ao empreendedor como condicionante para o licenciamento de suas atividades. Para Rezende (2010), algumas empresas de mineração têm realizado operações em áreas de supressão para o resgate de flora - objeto deste estudo - previamente às intervenções de avanço de lavra e construção da infraestrutura necessária aos empreendimentos, como parte de seus programas de restauração ou através de exigências contidas nos licenciamentos ambientais.

Pretende-se com essas medidas garantir maior diversidade de espécies nos programas de recuperação de áreas degradadas em empreendimentos minerários no momento de fechamento de lavras. A partir destas exigências busca-se realizar pesquisas para a melhoria do desenvolvimento em técnicas e metodologias do resgate, com objetivo de restaurar a vegetação nativa da área minerada (SANTOS, 2010; PEREIRA JUNIOR et al., 2012).

Além disso, é uma forma de complementar as mudas nativas produzidas em viveiro. Outra condicionante é que estas mudas sejam levadas para áreas que necessitam ser recuperadas (CALEGARI, 2009). Todavia, ainda são poucos os trabalhos sobre resgate de plantas em ecossistemas de campo rupestre, considerando as dimensões da flora ameaçada (ARRUDA et al., 2010; BAKER, 2014; FERREIRA et al., 2015; DILLON; MONKS; COATES, 2018).

Um dos grandes desafios na recuperação de áreas degradadas é a produção ou aquisição de mudas de qualidade e quantidade necessária para suprir o aumento na sua demanda (DELGADO, 2012). Na maioria dos viveiros florestais a diversidade de espécies é considerada baixa (POESTER et al., 2009; PEREIRA JUNIOR et al., 2012), o que passa a ser um aspecto que dificulta a implementação da restauração ecológica, principalmente para os ecossistemas não florestais, como a exemplo dos campos rupestres, onde as informações sobre a produção de mudas das espécies autóctones são escassas ou inexistentes.

Assim, o uso de mudas ou unidades de plantio produzidas a partir do resgate de plântulas ou plantas é uma técnica bastante promissora. Pois viabiliza a utilização do material genético adaptado à região, por meio do resgate de mudas de remanescentes vizinhos e, também, o salvamento das plantas antes da degradação (NAVE, 2005).

Essa técnica de produção de mudas ou unidade de plantio tem sido uma das principais condicionantes do processo de licenciamento ambiental, principalmente em grandes empreendimentos, devido a sua importância ecológica. No entanto, pesquisas a respeito desta técnica ainda são incipientes (NAVE, 2005; BECHARA, 2006; SANTOS, 2010; CALEGARI et al., 2011; VIANI et al., 2012; PAULA et al., 2013; SILVA et al., 2015; SILVA et al., 2017; SANTOS, 2018). Contudo, devido aos bons resultados encontrados nestes estudos, a técnica se mostra bastante promissora.

O resgate pode ser definido como a retirada de plantas jovens e/ou adultas de espécies arbustivo-arbóreas nativas regenerantes (NAVE, 2005). Tal conceito vai ainda além, visto que em experiências em campos rupestres o acondicionamento não se dá apenas em indivíduos imaturos, mas em estudos como este com plantas já adultas e às vezes até com centenas de anos e de diferentes formas de vida. O uso dessa prática em áreas que serão suprimidas consiste na tentativa de minimizar a perda de diversidade genética (MORGAN, 2000). Essas medidas envolvem técnicas e ações de resgatar e/ou salvar as espécies com posterior reintrodução em áreas restauradas ou protegidas.

O resgate de plantas em áreas destinadas à supressão é uma forma de amenizar problemas relacionados a baixa diversidade de mudas de espécies arbóreas nativas encontradas nos viveiros florestais (CALEGARI, 2009). Além disso, a técnica de resgate tem como benefício ser economicamente viável, uma vez que algumas etapas não são necessárias como, por exemplo, coleta, beneficiamento e armazenamento de sementes. E por último, o resgate ainda insere novos materiais genéticos na área, aumentando dessa forma a diversidade genética do local (VIANI, 2005; SANTOS, 2010).

Os resultados das pesquisas realizadas até o momento ainda são primários e apontam a necessidade de se estudar melhor os tratamentos a serem aplicados em plântulas resgatadas, com a finalidade de obter resultados para uma boa qualidade de mudas e uma alta taxa de sobrevivência (ALFENAS, 2004; SILVA, 2012; VIANI et al., 2012). A importância e a necessidade acerca de estudos referentes ao resgate de espécies dos campos rupestres estão associadas principalmente ao grau de singularidade que estes ecossistemas possuem em termos de gêneros e espécies endêmicas (MENDONÇA, 2013). Ressalta-se, no entanto, que existem ainda muitos desafios ao sucesso de resgate e reintrodução de flora. O principal deles

é a carência de metodologias adequadas ao que ecologicamente se requer em operações de restauração de ecossistemas. A literatura já relatou diversos fracassos no processo de resgate em experiências realizadas em diversos países (ALLEN, 1994; FAHSELT, 2007).

Todavia, ao longo dos últimos anos estudos relacionados ao tema já foram realizados em campos rupestres para espécies como *Xylopia sericea* st. Hill, *Hymenaea courbari*, *Cipocereus minensis*, *Syagrus glaucescens*, *Richeria grandis*, *Eremanthus crotonoides* (SANTOS, 2010; OLIVEIRA, 2014; SANTOS, 2018). Sendo todos estes, com informações enriquecedoras e com bastante sucesso.

Assim, o conhecimento acerca das espécies existentes em áreas mineradas, a serem mineradas ou no seu entorno, bem como a realização de estudos mais específicos que garantam uma taxa satisfatória de sobrevivência advinda das condições mais viáveis durante e após o resgate da flora é essencial para o embasamento de programas que permitam a conservação da biodiversidade.

3. ESPÉCIES ESTUDADAS

3.1 Família Velloziaceae

O campo rupestre é rico em espécies da família Velloziaceae, sendo muitas delas endêmicas e abundantes. Essa família apresenta características singulares que a torna apta para ocupação de diversos ambientes, bem como os campos rupestres, visto que suas condições ambientais são extremas, como o solo raso, e períodos prolongados de seca e alta insolação (CONCEIÇÃO et al., 2007).

As espécies de Velloziaceae são perenes, tolerantes à dessecação e bem adaptadas ao fogo, chegando a ser consideradas como plantas que revivem (ALVES; KOLBEK 1994; HARLEY 1995; POREMBSKI; BARTHLOTT, 2000; IBISCH et al., 2001; CONCEIÇÃO; PIRANI, 2005; CONCEIÇÃO et al., 2007a). A tolerância à seca e oscilações térmicas, apesar de não serem fundamentais para seu estabelecimento, tornam estas plantas dominantes em ambientes extremos (ALVES; KOLBEK, 1994).

O gênero *Vellozia* engloba cerca de 125 espécies que em geral possuem flores em tons violáceos, sendo minoritariamente em tons de amarelo e branco (PROCTOR et al., 1972). O formato amplo e exposto dessas flores varia de discóide a côncavo. Tais atributos florais, associados às numerosas e amplas anteras e ao largo estigma são consistentes com a hipótese de que essas espécies sejam melitófilas, ou seja, que são polinizadas pela ação das abelhas. Uma característica importante da família é a habilidade de cessar seu crescimento e a

atividade fotossintética nos períodos de déficit hídrico, motivo pelo qual foram consideradas plantas quiescentes (OWOSEYE; SANFORD, 1972).

No Brasil, as espécies de Velloziaceae concentram-se nas formações de quartzito da Cadeia do Espinhaço, apresentando, em sua grande maioria, distribuição restrita em topos de morros (MELLO-SILVA, 1995), geralmente habitados com poucas espécies de elevada área de cobertura, o que realça a grande importância da família nesses ambientes (CONCEIÇÃO; GIULIETTI, 2002; CONCEIÇÃO; PIRANI, 2005; CONCEIÇÃO et al., 2005; CONCEIÇÃO; PIRANI, 2007; CONCEIÇÃO et al., 2007abc).

A alta abundância de Velloziaceae nos campos rupestres (CONCEIÇÃO; PIRANI, 2005) associada à floração sincronizada de algumas espécies cujas flores são de cores vistosas proporcionam uma paisagem de rara beleza (AYENSU, 1973), que poderia ser utilizada pelo paisagismo, embora não haja tradição no seu uso para esse fim (MERCIER; GUERREIRO FILHO, 1989).

O gênero *Vellozia* é pertencente a esta família, é nativo e endêmico no Brasil, e são encontrados principalmente em campos rupestres no estado de Minas Gerais, em topos de morro e afloramentos rochosos (MELLO-SILVA, 1995). Sendo este, um dos mais representativos da Cadeia do Espinhaço e compõe aproximadamente 45% das espécies dessa família, que são conhecidas popularmente por canelas-de-ema ou candombás (AYENSU, 1973; MELLO-SILVA, 1996; MIRANDA, 2012).

3.1.1 *Vellozia epidendroides* Mart. ex Schult. & Schult. f.

A espécie ocorre no Estado de Minas Gerais, distribuída em toda a Serra do Cipó e estende-se aproximadamente 200 km ao norte além daquela região, sendo estes locais relacionados por seu elevado grau de micro-endemismo (MELLO-SILVA, 2012). Habita os Campos Rupestres, em populações isoladas, exclusivamente em afloramentos rochosos. É uma planta arborescente de até 1,5 metros de altura, polinizada por abelhas e beija-flores e sua florescência é de curta duração (1-3 dias) (FRANCESCHINELLI et al., 2006).

Há entre suas populações altos níveis de endogamia e baixa diversidade genética, que podem estar relacionados ao isolamento físico em afloramentos rochosos (Figura 1) e à associação com beija-flores territoriais, dificultando o fluxo gênico entre as populações (CNCFlora, 2012).

Figura 1 – Ocorrência natural de indivíduos de *Vellozia epidendroides* em área de mineração de campo rupestre quartzítico no distrito de Conselheiro Mata em Diamantina, MG.



FONTE: Do autor (2019).

As espécies de *Vellozia* estão entre as plantas mais adaptadas aos campos rupestres (GAFF, 1987; ALVES; KOLBEK, 1994; POREMBSKI; BARTHLOTT, 2000), por meio de suas estruturas e da sua plasticidade a ambientes extremos, que conferem uma resistência eficaz à locais de clima seco. No entanto, Franceschinelli et al. (2006) estudaram a genética de 139 indivíduos em cinco subpopulações e constataram que os níveis de endogamia são altos dentro das subpopulações da espécie.

O padrão de germinação apresentado pelas sementes de *Vellozia epidendroides* é alto quando em ampla faixa de temperatura, o que corrobora a sua adaptação ao ambiente rupestre, fato este constatado por Garcia e Diniz (2003) quando comparadas a outras espécies de *Vellozia* da Serra do Cipó em Minas Gerais.

As altas porcentagens de germinação apresentadas por sementes de espécies de Velloziaceae ficam na faixa de 20°C a 40°C, sob luz, em laboratório, indicando uma adaptação a áreas sujeitas a altas radiações solares e grandes flutuações circadianas de temperatura, como as descritas para campos de altitude (MENEZES; GIULIETTI, 1986; GARCIA; DINIZ, 2003).

A *Vellozia epidendroides* tem porte herbáceo e ocorre em agrupamentos densos e discretos em áreas abertas de campos de altitude (1.100 a 1.200 m). As plantas adultas atingem 30-40 cm de altura e geralmente florescem no final do verão, e são polinizadas por abelhas. Os frutos são cápsulas que podem conter várias centenas de pequenas sementes. Além disso, a produção de sementes em *V. Epidendroides* é principalmente devido à

combinação de vários mecanismos que promovem a deposição errada de pólen e um inadequado número de visitas legítimas (OLIVEIRA et al., 1991). É considerada como espécie Vulnerável (VU), segundo a Lista Vermelha da Flora de Minas Gerais (COPAM-MG, 1997), o que leva a necessidade de preservar os habitats específicos desta espécie que tem menor diversidade genética e se restringe ao afloramento rochoso (FRANCESCHINELLI et al., 2006).

3.1.2 *Vellozia resinosa* Mart. ex Schult. & Schult.f.

A espécie *Vellozia resinosa* (Figura 2) ainda é pouco estudada e possui poucas informações encontradas na literatura. É nativa e endêmica do Brasil, possui forma de vida como subarbusto, cujo substrato mais comum quando encontrada em campo é rupícola e terrícola.

Figura 2 – Ocorrência natural de indivíduos de *Vellozia resinosa* em área de mineração de campo rupestre quartzítico no distrito de Conselheiro Mata em Diamantina, MG.



FONTE: Do autor (2019).

3.1.3 *Vellozia ramosissima* L. B. SMITH

Vellozia ramosissima, ocorre em sua maior parte sobre os afloramentos rochosos quartzíticos e ferruginosos (Figura 3) na borda leste da Serra do Espinhaço Meridional, sendo bem representada nestes dois ambientes (VIEIRA, 2015). É caracterizada como uma planta arbustiva, de arquitetura peculiar, que pode atingir pouco mais de 4,0 m de altura. Suas flores atrativas são em tons de lilás e nascem aglomeradas no ápice dos ramos, verticiladas e sésseis. Os frutos são do tipo cápsula, deiscente, com textura lisa nas áreas de quartzíticos e cobertas por pequenos espinhos nem áreas ferruginosas.

Figura 3 – Ocorrência natural de indivíduos de *Vellozia ramosissima* em área de mineração de ferro, em campo rupestre ferruginoso em Conceição do Mato Dentro, MG.



FONTE: Do autor (2019).

As folhas de *V. ramosissima* são tipicamente associadas como folhas de sol, e consequentemente, há maior investimento na sua estrutura fotossintética, neste aspecto, atingem níveis de saturação de luz e taxas fotossintéticas mais elevadas que folhas de sombra (GUREVITCH et al., 2009). A disposição das folhas em aglomerados no ápice dos ramos pode revelar uma estratégia adaptativa da espécie para alta irradiação nestas áreas de afloramentos rochosos (BATISTA, 2016).

A distribuição agregada é observada em muitas espécies de *Vellozias* (VILAR et al., 2000; SOUZA et al., 2012; MIOLA et al., 2013), e os afloramentos rochosos favorecem este padrão de aglomeração. Condit et al. (2000) explicam que em certos ambientes as espécies tendem a estarem restritas a microclimas de condições ideais para seu desenvolvimento (Figura 4).

Figura 4 – Área minerária em supressão de campos rupestres ferruginosos onde foram realizados em sua maioria o resgate dos indivíduos de *Vellozia ramosissima* em Conceição do Mato Dentro, MG.



FONTE: Do autor (2019).

3.2. *Cipocereus minensis* (Wender.) Ritter

O gênero *Cipocereus* pertencente à família Cactaceae é endêmico da porção sul da Serra do Espinhaço no estado de Minas Gerais e ocorre em áreas de campos rupestres. Popularmente conhecido na região do planalto de Diamantina como quiabo-da-lapa, é encontrado ao longo do Espinhaço, desde Cocais até Grão Mogol no estado de Minas Gerais (ZAPPI; TAYLOR, 2008). É uma espécie que habita afloramentos quartzíticos com raízes as quais, geralmente, se estendem para as fissuras das rochas (Figura 5) ou são associadas com montículos de cupins (MARTINZ et al., 2016). Coloniza habitats com grande amplitude térmica, baixa disponibilidade de água e fogo esporádico (TAYLOR; ZAPPI, 2004).

Regionalmente a espécie é comumente utilizada na alimentação de povos locais, além de ornamentação e paisagismo.

Figura 5 – Ocorrência natural de indivíduos de *Cipocereus minensis* em área de mineração de campo rupestre quartzítico no distrito de Conselheiro Mata em Diamantina, MG.



FONTE: Do autor (2019).

Este gênero é frequentemente considerado o mais ancestral da tribo *Cereeae* (GORELICK, 2009). Ele difere dos demais dessa tribo por possuir frutos azuis, globosos, indeiscentes, com polpa translúcida. As flores têm pétalas de cor creme com sépalas azuis (ZAPPI et al., 2010). Sua polinização ocorre a partir de agentes noturnos, principalmente morcegos, e diurnos, principalmente beija-flores (MARTINS et al., 2016). Considerada uma cactaceae colunar, possui hábito arbustivo e o caule do tipo suculento produzindo frutos ovóides a globosos azulados (LOPES, 2012).

Todas as seis espécies do gênero *Cipocereus* são endêmicas de afloramentos rochosos do estado de Minas Gerais. A degradação constante dos campos rupestres tem contribuído para a diminuição das áreas de ocorrência natural da espécie somada as restrições reprodutivas dos cactos e o desaparecimento de seus principais polinizadores (MARTINS, 2016).

Cipocereus minensis é uma espécie auto-incompatível, polinizada quase exclusivamente por visitantes de flores noturnas em ambas as populações estudadas. Os visitantes generalistas diurnos, as abelhas altamente sociais e as sem ferrão e os beija-flores que buscavam o néctar, forneciam apenas uma pequena contribuição ao conjunto de frutas. Traços florais como flores de cor creme grandes, robustas e carnudas sem guias de néctar, um

tubo de flores curto com numerosos estames com uma enorme quantidade de polens e as altas taxas de produção de néctar durante a noite, diminuindo até o amanhecer, são todas adaptações típicas à polinização por morcegos (quiropterofilia) (VOGEL, 1968; FAEGRI; VAN DER PIJL, 1979).

Além disso, foram propostos no cacto *Cipocereus minensis* (ABREU et al., 2012) a adaptação de estímulos com respostas a fatores externos como por exemplo os sistemas de reconhecimento para identificar o ataque de insetos impulsionando a uma resposta precoce eficaz, levando a mecanismos de defesa compartimentados, protegendo assim, a área lesada.

Atualmente a espécie encontra-se enquadrada na categoria vulnerável da Lista Vermelha de Espécies ameaçadas da CNFLORA, cujos critérios pré-estabelecidos são a destruição do habitat em que vive e por pertencer às áreas de distribuição restrita. Até o ano de 2016 *Cipocereus minensis minensis* F.Ritter era considerada pela Red List of Threatened Species da The International Union for Conservation of Nature (IUCN) como espécie vulnerável. Todavia, mediante esforços para manter a espécie em seu ambiente, esta foi alterada na última atualização da lista no ano de 2017, encontrando-se no presente momento na categoria Menos Preocupante (LC).

3.3. *Apochloa molinioides* (Trin.) Zuloaga & Morrone

O gênero *Apochloa* é pertencente à família Poaceae, e possui uma diversidade de 68 espécies, sendo aproximadamente 15 pertencentes ao gênero *Apochloa* (MORRONE et al., 2012).

A espécie *Apochloa molinioides* (Trin.), com sinonímia botânica *Panicum molinioides* (Trin.) é uma espécie nativa, endêmica do Brasil, encontrada no estado de Minas Gerais, especificamente na fitofisionomia campo rupestre (Figura 6), pertencente ao bioma Cerrado (VIANA, 2015).

Figura 6 – Ocorrência natural de indivíduos de *Apochloa molinioides* em área de mineração de campo rupestre quartzítico no distrito de Conselheiro Mata em Diamantina, MG.



FONTE: Do autor (2019)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, D.D. et. al. Morphology and anatomy of stem mines in *Cipocereus minensis* (Wender.) Ritter (Cactaceae), an endemic species to Eastern Brazil. **Haseltonia** California v.17, p.42–50. Jan. 2012.
- ALFENAS, A. C. et al. **Clonagem e Doenças do Eucalipto**. 1. ed. Viçosa: Editora Ufv, 2004. 500 p
- ALLEN, W.H. Reintroduction of endangered plants. **Bioscience**, Oxford, v.44, n.2, p.65-69, 1994.
- ALVES, R. J. V.; KOLBEK, J. Plant species endemism in savanna vegetation on table mountains (Campo Rupestre) in Brazil. **Vegetatio**, Suíça, v. 113, n. 2, p. 125-139, 1994.
- AMORIM, P. K.; BATALHA, M. A. Soil characteristics of a hyperseasonal cerrado compared to a seasonal cerrado and a floodplain grassland: implications for plant community structure. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 66, p. 661–670, 2006.
- AMORIM, P.K.; BATALHA, M.A. Soil-vegetation relationships in hyperseasonal cerrado, seasonal cerrado, and wet grassland in Emas National Park (central Brazil). **Acta Ecologica**, Amsterdã, v. 32, n.2, p.319-327, 2007.

ARRUDA, L. J. et al. Resgate e translocação de *Oncidium warmingii* (Orchidaceae), espécie ameaçada de extinção de campo rupestre ferruginoso. **Neotropical Biology & Conservation**, São Leopoldo, v. 5, n. 1, p. 11-15, jan.-apr. 2010

AYENSU, E. S. Biological and morphological aspects of the Velloziaceae. **Biotropica**, Florida, v.5, n.3, p. 135-149, dec. 1973.

BAKER, K. et al. Rescue, ecology and conservation of a rediscovered island endemic fern (*Anogramma ascensionis*): ex situ methodologies and a road map for species reintroduction and habitat restoration. **Botanical journal of the Linnean Society**, Oxford, v. 174, n. 3, p. 461-477, jan. 2014.

BARBOSA, N. P. U.; FERNANDES, G. W; SANCHEZ-AZOFEIFA, A. A relict species restricted to a quartzitic mountain in tropical America: an example of microrefugium?. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 29, n. 3, p. 299-309, jul.-sept. 2015.

BATISTA, D. S. **Vellozia ramosissima**: estrutura populacional, anatomia foliar e avaliação nutricional em áreas de complexos rupestres, sob diferentes substratos, na serra do espinhaço, MG. 2016. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2016.

BEARD, J. S.; CHAPMAN, A. R.; GIOIA, P. Species richness and endemism in the Western Australian flora. **Journal of Biogeography**, Zurich, v.27, n.6, p. 1257–1268, nov. 2000.

BECHARA, F. C. **Unidades demonstrativas de restauração ecológica através de técnicas nucleadoras: Floresta Estacional Semidecidual, Cerrado e Restinga**. 2006. 249p. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

CALEGARI, L. **Estudo sobre banco de semente do solo, resgate de plântulas e dinâmica da paisagem para fins de restauração florestal, Carandaí, MG**. 2009. 170p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2009.

CALEGARI, L. et al. Produção de mudas de espécies arbóreas nativas em viveiro via resgate de plantas jovens. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 1, p.41-50, 2011.

CONCEIÇÃO, A. & GIULIETTI, A. M. Composição florística e aspectos estruturais de campo rupestre em dois platôs do Morro do Pai Inácio, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Hoehnea**, São Paulo, v. 29, n.1, p.37-48, mar. 2002.

CONCEIÇÃO, A.A. ; PIRANI, J.R. Delimitação de habitats em campos rupestres na Chapada Diamantina, Bahia: substrato, composição florística e aspectos estruturais. **Boletim de Botânica**, v. 23, n.1, p.85-111, 2005.

CONCEIÇÃO, P.C. et. al. Eficiência do politungstato de sódio no fracionamento físico densimétrico da matéria orgânica do solo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, p.1301-1310, 2007.

CONCEIÇÃO, A. A.; PIRANI, J. R.; MEIRELLES, S.T. Floristics, structure and soil of insular vegetation in four quartzite-sandstone outcrops of "Chapada Diamantina", Northeast Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.30, n.4, p.641-656, 2007.

CONDIT, R. et. al. Spatial patterns in the distribution of tropical tree species. **Science**, Washington, v.288, v. 5470, p.1414– 1418, may. 2000.

CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL, MINAS GERAIS. Deliberação COPAM n. 85, de 21 de outubro de 1997. Aprova a lista das espécies ameaçadas de extinção da flora do Estado de Minas Gerais, Diário Oficial do Estado de Minas Gerais, Diário do Executivo, Belo Horizonte, MG, 30 out. 1997, 1997.

CHEN, X.Y.; HE, F. Speciation and endemism under the model of island biogeography. **Ecology**, California, v. 90, n.1, p. 39–45, jan. 2009.

CNC Flora – **Centro Nacional de Conservação da Flora**. Disponível em: < <http://cncflora.jbrj.gov.br/>>. Acesso em 15 de maio de 2017.

DANTAS, V. L.; BATALHA, M. A. Vegetation structure: Fine scale relationships with soil in a cerrado. **Flora**, Netherlands, v. 206, n.4, p.341–346, apr. 2011.

DELGADO, L. G. M. **Produção de mudas nativas sob diferentes manejos hídricos**. 2012. 99 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP. Botucatu, 2012.

DILLON, R; MONKS, L; COATES, D. Establishment success and persistence of threatened plant translocations in south West Western Australia: an experimental approach. **Australian Journal of Botany**, Auatralian, v. 66, n. 4, p. 338-346, jul. 2018.

ECHTERNACHT, L.; TROVÓ, M.; SANO, P.T. Rediscoveries in Eriocaulaceae: seven narrowly distributed taxa from the Espinhaço Range in Minas Gerais, Brazil. **Feddes Repert**, Germany, v.121, p.117–126, sep. 2010.

ECKERT, C. G.; SAMIS, K. E.; LOUGHEED, S. C. Genetic variation across species' geographical ranges: the central-marginal hypothesis and beyond. **Molecular Ecology**, Florida, v. 17, n.5, p. 1170–1188, mar. 2008.

FAEGRI, K.;PIJL, L. V. D. **Principles of Pollination Ecology**. 3. ed. Pergamon Press Oxford, UK. 1979. 247 p.

FAHSELT. D. Reconsideration of transplantation as a conservation measure. **Canadian Journal of Botany**, Canada, v.85, p. 1007-1017, 2007.

FERNANDES, G.W et. al. Challenges for the conservation of vanishing megadiverse rupestrian grasslands. **Natureza e Conservação**, Rio de Janeiro, v.12, p. 162-165, nov. 2014.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D.A. ExpDes: An R Package for ANOVA and Experimental Designs. **Scientific Research**,v.5, s/n, p. 2952-2958, nov. 2015.

- FRANCO, A. C. et. al. Cerrado vegetation and global change: the role of functional types, resource availability and disturbance in regulating plant community responses to rising CO₂ levels and climate warming. **Theoretical and Experimental Plant Physiology**, Campos do Goytazaces, v.26, n.1, p.19–38, mar. 2014.
- FRANCESCHINELLI, E.V. 2005. The pollination biology of two species of *helicteres* (malvaceae) with different mechanisms of pollen deposition. **Flora**, Netherlands, v. 200, n.1, p. 65-73, apr. 2005.
- FRISBY, S.; HIND, D. J. N. Ichthyothere sasakiae, (compositae: Heliantheae: Milleriinae), a new species from the Amazonian campo rupestre of northern Mato Grosso State, Brazil. **Kew Bulletin**, Inglaterra, v.69, n.2, p. 9504, jun. 2014.
- GAFF, D.F. Desiccation tolerant plants in South America. **Oecologia**, Suíça, v.74, n.1, p. 133-136, nov. 1987
- GARCIA, Q. S.; DINIZ, I. S. S. Comportamento germinativo de três espécies de Velloziaceae dos campos rupestres de Minas Gerais. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v.17, n.4, p.487-494, 2003.
- GIULIETTI, A.M. et. al. Espinhaço Range region, eastern Brazil. *In* Centres of plant diversity: a guide and strategy for their conservation. In: S.D. Davis, V.H. Heywood, O. Herrera-MacBryde, J. Villa-Lobos & A.C. Hamilton. (eds.). **Information Press**, Oxford, v.3, p.397-404, 1997.
- GORELICK, R. Evolution of cacti is largely driven by genetic drift, not selection. **Bradleya**, Washington, v 2009, n. 72, p. 37-48. jul. 2009.
- GUREVITCH, J.; SCHEINER, S.M.; FOX, G. A. **Ecologia vegetal**. 2. ed. Porto Alegre: ed. Artmed; 2009.
- HUGHES, C.E.; PENNINGTON, R.T. ; ANTONELLI, A. Neotropical plant evolution: assembling the big Picture. **Botanical Journal of the Linnean Society**, Oxford, v.171, n.1, p. 1-18, jan. 2013.
- HARLEY, R.M. Introduction In: B.L. Stannard (ed.) Flora of the Pico das Almas, Chapada Diamantina, Brazil. **Kew, Royal Botanic Gardens**, s/v, s/n, p. 1-40, jan. 1995.
- IBISCH, P.L. et. al. Taxonomy and biology of Andean Velloziaceae: Vellozia andina sp. nov. and notes on Barbaceniopsis (including Barbaceniopsis castillonii comb. nov.). **Systematic Botany**, USA, v.26, n.1, p.5–16, jan. 2001
- JACOBI, C. M. et. al. Plant communities on ironstone outcrops – a diverse and endangered Brazilian ecosystem. **Biodiversity and Conservation**, UK, v.16, n.7, p.2185-2200, jun. 2007.
- JACOBI, C. M.; CARMO, F. F. The Contribution of Ironstone Outcrops to Plant Diversity in the Iron Quadrangle, a Threatened Brazilian Landscape. **AMBIO**, Suécia, v.37, n.4, p.324-326, jun. 2008.
- JACOBI, C.M.; CARMO, F.F.; VINCENT, R.C. Vegetação sobre canga e seu potencial para reabilitação ambiental no Quadrilátero Ferrífero, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n.2, p. 345- 353, jul. 2008b.

JACOBI, C. M.; CARMO, F. F. Diversidade dos campos rupestres ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, MG. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, no prelo 2008b.

LEHMANN, C.E.R. et. al. Deciphering the distribution of the savanna biome. **New Phytologist**, Lancaster, v. 191, n.1, p.197–209, jul. 2011.

LOHMANN, L. G.; PIRANI, J. R. Tecomeae (Bignoniaceae) da cadeia do Espinhaço, Minas Gerais e Bahia, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 103-138, jul. 1996.

LOPES, L. T. **Fenologia, biologia reprodutiva, germinação e desenvolvimento inicial de *Cipocereus minensis* subsp. *leiocarpus* NP Taylor & Zappi (Cactaceae) no planalto de Diamantina-MG**. 2012. 91p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2012.

MARTINS, C. et al. Reproductive biology of *Cipocereus minensis* (Cactaceae)—A columnar cactus endemic to rupestrian fields of a Neotropical savannah. **Flora**, Netherlands, v. 218, s/n, p. 62-67, feb. 2016.

MELLO-SILVA, R. Aspectos taxonômicos, biogeográficos, morfológicos e biológicos das Velloziaceae de Grão-Mogol, Minas Gerais, Brasil. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v.14, s/n, p. 49-79, 1995.

MELLO-SILVA, R. Two new species of *Vellozia* (Velloziaceae) from Minas Gerais, Brazil. **Botanical Journal of the Linnean Society**, UK, v. 120, n.3, p. 257-236, mar.1996.

MELLO-SILVA, R. **Velloziaceae** In: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/FB000245>> Acesso em: 23 de junho de 2019.

MENDONÇA; M.P. **O resgate da flora de canga**. Valor Natural, Belo Horizonte, 2013. 103p.

MENEZES, N.L. & GIULIETTI, A.M. Serra do Cipó – Paraíso dos Botânicos. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 25, n.5, p. 38-44, 1986.

MERCIER, H.; GUERREIRO-FILHO, O. Germinação de *Pleurostima fanniei* Menezes, *P. rogeri* (Hort, ex Moore & Ayres) Menezes e *Vellozia alata* L.B. Smith (Velloziaceae) sob diferentes condições de temperatura. **Hoehnea**, São Paulo, v.16, p. 195-202, 1989.

MESSIAS, M. C. T. B. et. al. Soil-vegetation relationship in quartzitic and ferruginous brazilian rocky outcrops. **Folia Geobotânica**, Czech Republic, v. 48, n. 4, p. 509-521, dec. 2013.

MEWS, H.A. et. al. Does size matter? Conservation implications of differing woody population sizes with equivalent occurrence and diversity of species for threatened savanna habitats. **Biodiversity and Conservation**, UK, v.23, n.5, p. 1119-1131, may. 2014.

MIOLA, D. T. B.; LIMA, A. M. ; SOARES, D. M. Distribuição Espacial e Qualidade Nutricional dos Solos Associados à *Vellozia Nanuza* e L.B. e Ayensu. (Velloziaceae). In: **Resumo: 64º Congresso Nacional de Botânica**, p. 1, nov. 2013.

- MIRANDA, M. D. **Modelos de distribuição de espécies de Vellozia (Velloziaceae) endêmicas da cadeia do espinhaço e o efeito amostral sobre os mapas preditivos**. 2012. 92 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal)- Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **O Bioma Cerrado**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>> Acesso em: 17 de dezembro de 2014.
- MOURÃO, A.; STEHMANN, J. R. Levantamento da Flora do Campo Rupestre Sobre Canga Hematítica Couraçada Remanescente na Mina do Brucutu, Barão de Cocais, MG. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v.58, n.4, p.775-786, ago. 2007.
- MORRONE, O. et. al. Phylogenetic Studies in Axonopus (Poaceae, Panicoideae, Paniceae) and Related Genera: Morphology and Molecular (Nuclear and Plastid) Combined Analyses. **Systematic Botany**, USA, v. 37, n.3, p. 671-676, ago. 2012
- NASSAR, J.M.; RAMÍREZ, N.; LINARES, O. Comparative pollination biology of Venezuelan columnar cacti and the role of nectar-feeding bats in their sexual reproduction. **American Journal of Botany**, Connecticut, v.84, n.7, p. 918-927, jul. 1997.
- NAVE, A.G. **Banco de sementes autóctone e alóctone, resgate de plantas e plantio de vegetação nativa na Fazenda Intermontes, município de Ribeirão Grande, SP**. 2005. 218 p. Tese (Doutorado em Recursos Florestais), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo, 2005.
- OLIVEIRA, P.E.; GIBBS, P.E.; BIANCHI, M. Pollination and Breeding System of *Vellozia squamata* (Liliales: Velloziaceae): A Species of the Brazilian Cerrados. **Botanica Acta**, v.104, n.5, p. 392-398, oct. 1991.
- OWOSEYE, J.A.; SANFORD, W.W. Ecological study of *Vellozia schnitzleinia*, a drought-enduring plant of Northern Nigeria. **Journal of Ecology**, UK, v. 60, n.3, p. 807-817, 1972.
- PAULA, S. R. P.; PAIVA, A. V.; MARANHO, A. S. Transposição de plântulas de *Alchornea castaneifolia* (Willd.) A. Juss. da regeneração natural como estratégia de produção de mudas em viveiro. **Cerne**, Lavras, v. 19, n. 2, p. 323-330, jan. 2013.
- PEREIRA JUNIOR, A. M.; SANTOS, J. J.; QUEIROZ, S. E. E. Diversidade de espécies nativas arbóreas produzidas em viveiros. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. **Anais**. Goiás, maio 2011.
- POESTER, G. C.; COSSIO, R. R.; KUBO, R. R. Avaliação da Diversidade de Espécies Arbóreas Nativas Produzidas em Viveiros do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 4, n. 2, p.3722-3725, dez. 2009.
- POREMBSKI, S. & BARTHLOTT, W. Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions. **Ecological Studies**, Berlin, v. 146, p. 1-9, jan. 2000.
- PROCTOR, M & YEO, P. The pollination of flowers. 3ed. **Taplinger Publishing Company**, New York, 407 p., 1972.

- QUEIROZ, L. P.; SENA, T. S. N.; COSTA, M. J. S. L. Flora vascular da Serra da Jibóia, Santa Terezinha-Bahia. I: O Campo Rupestre. **Sitientibus**, Feira de Santana, v. 15, p. 27-40, 1996.
- RAPINI, A.; RIBEIRO, P.L.; LAMBERT, S.; PIRANI, J. R. A flora dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço. **Megadiversidade**, Rio de Janeiro, v.4, n. 1-2, p.16–24, dez. 2008.
- REATTO, A. et al. Variation of the kaolinite and gibbsite content at regional and local scale in Latosols of the Brazilian Central Plateau. **Comptes Rendus de Geoscience**, Paris, v. 340, n. 11, p. 741-748, nov. 2008.
- REZENDE, L. A. L. **Reabilitação de campos ferruginosos degradados pela atividade minerária no Quadrilátero Ferrífero**. 2010. 63p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2010.
- RUGGIERO, P.G.C.; BATALHA, M. A.; PIVELLO, V.R.; MEIRELLES, S.T. Soil-vegetation relationships in cerrado (Brazilian savanna) and semideciduous forest. Southeastern Brazil. **Plant Ecology**, Australian, v.160, n.1, p.1–16, may. 2002.
- SANTOS, L.M. **Restauração de campos ferruginosos mediante resgate de flora e uso de topsoil no quadrilátero ferrífero, Minas Gerais**. 2010. 128p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.2010.
- SANTOS, A.C. **Resgate de espécies endêmicas: estratégias para conservação da biodiversidade dos campos rupestres quartzíticos**. 2018. 78p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2018.
- SARAIVA, E. S. R. **El costo de la conservación de los bosques tropicales**. PhD Thesis, Universidad Autónoma G. René Moreno, Santa Cruz de la Sierra (2008).
- SILVA, D.M. & BATALHA, M.A. Soil–vegetation relationships in cerrados under different fire frequencies. **Plant and Soil**, Australian, v.311, n.1-2,p. 87-96, oct. 2008.
- SILVA, N. F. et. al. Resgate de mudas de *lychnophora pohlii* como alternativa para recuperação e conservação de campo rupestre. **Floresta**, Curitiba, v.45, p. 645-654, 2015.
- SILVA, N. F. et. al. Potential production of *Aspidosperma cylindrocarpon* seedlings via rescue seedlings. **Ciência Rural**, Rio Grande do Sul, v. 47, p. 1-6, 2017.
- SILVEIRA, F.A.O. et. al. Ecology and evolution of plant diversity in the endangered campo rupestre: a neglected conservation priority. **Plant and Soil**, Australian, v.403, n.1-2, p. 129-152, jun. 2015.
- SOUZA, V. C. e LORENZI, H. **Botânica Sistemática: Guia ilustrado para identificação das Famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III**. Nova Odessa, 2. ed., Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda., 2008.
- STAVER, A.C.; ARCHIBALD, S.; LEVIN, S.A. The global extent and determinants of savanna and forest as alternative biome states. **Science**, v. 334,p. 230–232, oct. 2011.

- TAYLOR, N.; ZAPPI, D. Cacti of Eastern Brazil. **Kew**: Royal Botanic Gardens, 2004.
- VASCONCELOS, M. F. O que são campos rupestres e campos de altitude nos topos de montanha do leste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 241-246, apr.-jun. 2011.
- VASCONCELOS, V. V. Campos de altitude, campos rupestres e aplicação da lei da mata atlântica: estudo prospectivo para o estado de Minas Gerais. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 32, n. 2, p. 110-133, mai.-ago. 2014.
- VIANA, P.L., SILVA, A.S., OLIVEIRA, R.C. **Apochloa** In: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2015.
Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB111261>>. Acesso em: 08/06/2019.
- VIANI, R. A. G. **O uso da regeneração natural (Floresta Estacional Semidecidual e talhões de Eucalyptus) como estratégia de produção de mudas e resgate da diversidade vegetal na restauração florestal**. 2005. 203 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal). Instituto de Biologia da UNICAMP, Campinas, 2005.
- VIERA, K. C. **Padrões florísticos e estruturais do componente arbustivo-arbóreo em áreas de Campo Rupestre sob diferentes substratos no Espinhaço Meridional**. 2015. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2015.
- VILAR, J. C.; ZYNGIER, N. A. C. e CARVALHO, C. M. Distribuição Espacial de Vellozia Dasypus Sembert (Velloziaceae) e Melocactus Zehntneri (Britt. et Rose) Lützemb (Cactaceae) Na Serra De Itabaiana, Sergipe. **Biologia Geral Experimental**, Sergipe, v.1, n. 1, p. 5-15, 2000.
- VINCENT, R. C.; MEGURO, M. Influence of soil properties on the abundance of plant species in ferruginous rocky soils vegetation, southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 31, n.3, p. 377-388, jul.- sep. 2008.
- VOGEL, S. Chiropterophilie in der neotropischen, Neue Mitteilungen. **Flora**, Netherlands, v.157, n.4, p. 562-602, 1968.
- WERNECK, F. P. The diversification of eastern South American open vegetation biomes: historical biogeography and perspectives. **Quaternary Science Reviews**, Amsterdã, v.30, p.1630–1648, jun. 2011.
- ZAPPI, D.C., TAYLOR, N.P. Diversidade e endemismo das Cactaceae na Cadeia do Espinhaço. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, v4, n. 12, dez.2008.
- ZAPPI, D.; TAYLOR, N.; MACHADO, M. **Cactaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/FB000070>>. Acesso em: 10 de junho de 2019.

ARTIGO 1:Resgate e acondicionamento de plantas de espécies endêmicas de campo rupestre quartzítico

RESUMO

A produção de mudas via resgate de plantas para posterior reintrodução em áreas compensatórias é uma técnica pouco estudada e muito promissora, principalmente devido à possibilidade de manutenção da diversidade biológica e genética das comunidades existentes nos ecossistemas a serem restaurados. Atualmente, empreendimentos minerários que desejam obter licenciamento em áreas de campo rupestre são condicionados a realizar essa prática. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi estabelecer um protocolo de resgate prático e eficaz para indivíduos de *Vellozia epidendroides*, *Vellozia resinosa*, *Cipocereus minensis*, e *Apochloa molinioides* e avaliar o efeito do acondicionamento das plantas resgatadas em forma de mix de diferentes espécies e submetidos a três níveis de sombreamento. Os indivíduos resgatados foram divididos em sete combinações (mix de espécies) referentes a essas quatro espécies, tendo como espécies chaves *Vellozia epidendroides* no primeiro experimento e *Cipocereus minensis* no segundo. Todos os tratamentos foram acondicionados em ambientes com três níveis de sombreamento (30%, 50% e 70%). O protocolo proposto para o resgate e acondicionamento das plantas em forma de mix, mostrou-se mais eficiente quando a espécie chave foi *Vellozia epidendroides* cuja sobrevivência variou de 71 a 100%, com maior sucesso para os tratamentos no sombreamento a 30%. Já para o mix com o *Cipocereus minensis* como planta chave, os maiores valores de sobrevivência foram obtidos no sombreamento a 70% e quando estavam presentes com espécies do gênero *Vellozia* em sua composição. Deste modo, os valores encontrados para a sobrevivência, resgate e acondicionamento em forma de mix de espécies foram promissores, o que possibilita uma futura reintrodução de “tapetes” em áreas destinadas à restauração ou compensação ambiental com alta diversidade.

Palavras-chave: Endemismo, nucleação, restauração ecológica, salvamento.

ABSTRACT

Many factors contribute to the drastic reduction of the number of species in nature, making them rare and threatened with extinction. Among them, we can mention the advance of mining activities in quartzitic Rocklands, which, despite being an important part of regional development, has contributed to the degradation of natural ecosystems and, consequently, to the loss of habitats of several individuals. The production of seedlings via seedling retrieval for later reintroduction in compensatory areas is a little-studied and very promising technique, mainly due to the maintenance of the biological and genetic diversity of the communities existing in the ecosystem. Currently, mining projects that wish to obtain licensing in rupestrian field areas are conditioned to carry out this practice. Thus, the objective of this work was to establish a practical and effective rescue protocol for *Vellozia epidendroides*, *Vellozia resinosa*, *Cipocereus minensis*, and *Apochloa molinioides* and to evaluate the conditioning effect of the rescued plants as a mix of different species and submitted to three levels of shading. The individuals rescued were divided into seven combinations referring to these four species, having as key species *Vellozia epidendroides* in the first experiment and *Cipocereus minensis* in the second. All treatments were conditioned in environments with three levels of shading (30%, 50% and 70%). The proposed protocol for rescue and transplanting in the form of a mix was more efficient when the key species to the micro-habitat was *Vellozia epidendroides* whose survival ranged from 71 to 100%, with greater success for shade treatments at 30%. As for the mix of *Cipocereus minensis* as a nucleating plant, the highest values of survival were obtained in the shading at 70% and when the genus *Vellozia* was present in its composition. In this way, the values found for the percentage of survival in the treatments when the rescue is carried out and later transplanted in the form of the mix were promising for future reintroduction of "carpets" in areas destined to restoration or environmental compensation.

Key-words: Ecological restoration, endemism, nucleation, rescue.

1. INTRODUÇÃO

A Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço, localizada em Minas Gerais, reconhecida pela Unesco em 2005, está dentre as sete existentes no Brasil. Essa cadeia montanhosa abriga ao longo de sua extensão, a vegetação de campos rupestres, caracterizada por formações principalmente herbáceo-arbustivas que se desenvolvem em altitudes superiores a 900 metros (FURST, 2017). É considerada uma formação de alta complexidade (FERNANDES et al., 2014; SILVEIRA et al., 2016), sendo um dos centros mais importantes para o endemismo de espécies na América do Sul, cujo território possui alta taxa de diversidade de espécies restritas (ECHTERNACHT, 2011; MARQUES; NAKAJIMA, 2015; MEIRA JUNIOR et al., 2017).

Os campos rupestres são ecossistemas ricos em espécies, estabelecidos em solos rasos e oligotróficos, sendo derivados em sua grande porção do elemento quartzito, com períodos sucessivos de lixiviação durante a estação chuvosa e déficit hídrico durante a estação seca (LE STRADIC et al., 2015a; OLIVEIRA et al., 2015). Além disso, encontram-se no mesmo, inúmeras novas espécies de diferentes grupos taxonômicos que vêm sendo descritas recentemente (FREITAS et al., 2012; PARDIÑAS et al., 2014). Portanto, são consideradas como áreas prioritárias para conservação (BRASIL, 2007; MONTEIRO et al., 2018).

No entanto, apesar de sua importância como centro de elevada biodiversidade e endemismo, a Cadeia do Espinhaço sofre diversas pressões antrópicas, como queimadas, extrativismo, mineração e turismo (IEF; SEMAD, 2007; SILVA et al., 2008). O que causa ameaças como, a superexploração e perda de espécies endêmicas, que podem comprometer as interações ecológicas, bem como os serviços ecossistêmicos presentes no mesmo (SILVEIRA et al., 2016; RIBEIRO et al., 2017; MONTEIRO et al., 2018). Dentre as áreas fortemente afetadas pela degradação em larga escala e intensidade, destacam-se especialmente os campos rupestres quartzíticos da região de Diamantina, Minas Gerais com o avanço da chegada de empresas do setor de rochas ornamentais nesta região.

A obrigatoriedade da elaboração do plano de recuperação de áreas degradadas faz com que os empreendimentos minerários passem a executar projetos em cumprimento a esse requisito legal, dando incentivo ao desenvolvimento de metodologias para a recuperação de áreas mineradas. No entanto, o estudo e condução da ciência que incentiva a sustentabilidade e a restauração ecológica, especialmente em afloramentos de rochas ornamentais ainda são bastante escassos (NUNES et al., 2015; GIANNINI et al., 2017) ou inexistentes, o que leva

muitas vezes as empresas a utilizarem espécies exóticas invasoras na recuperação destas áreas após mineração.

Dessa forma, pesquisas que visam o desenvolvimento de técnicas e estratégias de resgate e acondicionamento de espécies endêmicas dos campos rupestres podem ser consideradas como um recurso promissor para a restauração e conservação destes ecossistemas. Pois, possibilita o uso efetivo do plantio de espécies nativas e endêmicas em forma de núcleo ou mix de espécies de diferentes formas de vida, de modo a reproduzir a forma de ocorrência das mesmas em ambientes naturais. Este estudo visa ainda gerar conhecimentos de modo que torne o método viável e acessível para empresas e terceiros, contribuindo também para a propagação das espécies e reintrodução das mesmas nas áreas destinadas a restauração ecológica.

Sendo assim, objetiva-se neste estudo: a) testar um protocolo de resgate prático e eficaz para indivíduos de *Vellozia epidendroides*, *Vellozia resinosa*, *Cipocereus minensis* e *Apochloa molinioides*; b) avaliar o efeito do acondicionamento das plantas resgatadas em forma de núcleos de diferentes espécies; c) testar diferentes níveis de sombreamento na sobrevivência das espécies nos diferentes mix e; d) indicar qual a melhor combinação de espécies para compor os mix.

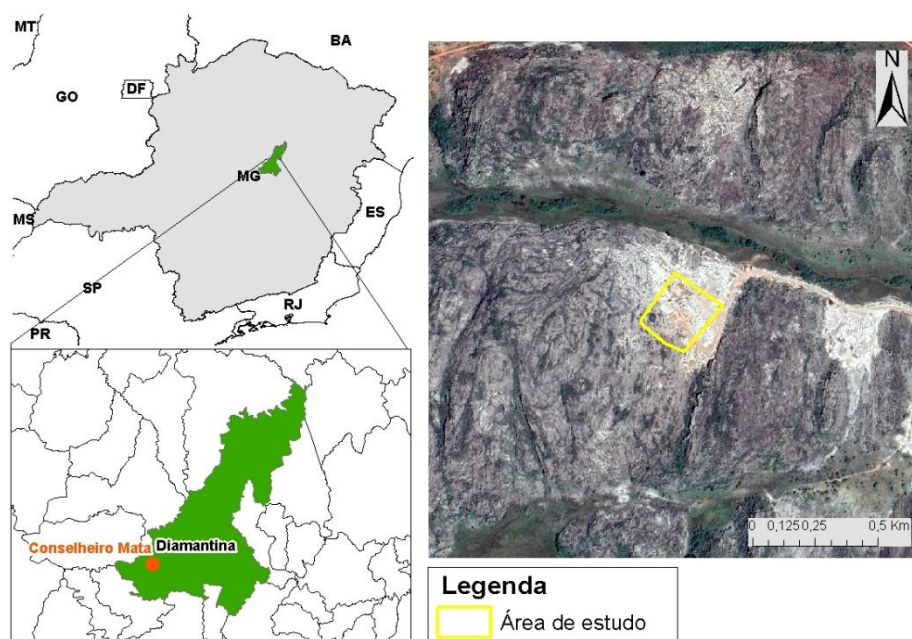
2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

Os indivíduos foram resgatados em área de campo rupestre, liberada para supressão da vegetação na cadeia do Espinhaço, assim caracterizada: Área de campo rupestre quartzítico, pertencente à mineradora Corcovado localizada na direção sudoeste do município de Diamantina, posicionada a 18°17'38.89''S, 43°46'04.56''O e a aproximadamente 1.314 metros de altitude (Figura 1 e 2). O acesso se dá pela rodovia que liga Diamantina ao distrito de Conselheiro Mata (Rodovia MG 220).

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, comum ao Planalto Meridional do Espinhaço como um todo é caracteristicamente mesotérmico brando, tipo Cwb (ou intertropical), com duas estações bem definidas, sendo uma seca com temperaturas mais baixas e outra úmida com temperaturas mais elevadas (SÁ JUNIOR et al., 2012).

FIGURA 1 – Mapa da área de resgate das espécies de estudo destinada à supressão vegetal no distrito de Conselheiro Mata em Diamantina, Minas Gerais.



FONTE: Do autor (2019)

FIGURA 2 – Área minerária em supressão de campo rupestre quartzítico onde foram realizados em sua maioria o resgate das espécies de estudo no distrito de Conselheiro Mata em Diamantina, Minas Gerais.



FONTE: Do autor (2019).

2.2 Resgate dos indivíduos

O resgate de flora foi realizado no mês de novembro de 2017, mês com boa precipitação média para a região, em uma área de supressão destinada à ampliação da cava de mina da Mineradora Corcovado no distrito de Conselheiro Mata em Diamantina MG.

Para o arranquio dos indivíduos das espécies *Vellozia epidendroide* e *Vellozia resinosa*, foram utilizadas ferramentas manuais. Sendo: pás de jardinagem e picareta. O procedimento foi realizado a partir de um protocolo estabelecido pela equipe a partir de observações de campo, visando preservar ao máximo as raízes e o torrão associado à estas. Já para a espécie *Apochloa molinioides* (Trin.), a extração das plantas foi realizada manualmente de forma que as plantas ficassem com a raiz nua.

O resgate dos indivíduos de *Cipocereus minensis* foi realizado conforme metodologia proposta por Santos (2018). Onde foram removidos do solo, impulsionando as raízes para cima com auxílio de ferramentas específicas, como: picareta e pá de jardinagem e quando se encontravam entre fendas de rochas, foi feito um corte na base do(s) indivíduo(s) o mais próximo possível das raízes com auxílio de um facão (Figura 3). Todos os indivíduos coletados foram separados por espécie e contados sequencialmente.

FIGURA 3 – Detalhes dos procedimentos de resgate dos indivíduos de estudo.



a) arranquio realizado com ferramentas em indivíduos de *Vellozia epidendroides* em área predominantemente rochosa; b) arranquio realizado com ferramentas em indivíduos de *Vellozia resinosa*; c) arranquio realizado com ferramentas em indivíduos de *Cipocereus minensis* em fendas de rocha e d) retirada manual dos indivíduos de *Apochloa molinioides* FONTE: Do autor (2019).

Após o resgate, os indivíduos foram acondicionados em bandejas (caixa de massa) de forma que fosse evitado ao máximo danificar a sua estrutura e transportados para o Centro Integrado de Propagação de Espécies Florestais (CIPEF) pertencente ao Departamento de Engenharia Florestal da UFVJM em Diamantina a cerca de 20 Km do local de coleta, no mesmo dia.

Foram resgatados no total 408 indivíduos e o substrato utilizado foi o solo coletado na área de supressão vegetal, e quando possível, o solo do próprio local do resgate logo após a coleta dos indivíduos. Optou-se pela utilização de substrato local, devido a já associação natural da espécie as características daquele solo.

2.3 Implantação e condução do experimento

Foram implantados dois experimentos em delineamento inteiramente casualizados (DIC) com três níveis de sombreamento (30, 50 e 70%) e com irrigação em sistema de aspersão controlada (temperatura em torno de 28°C e umidade relativa do ar acima de 80%), em esquema de parcelas subdivididas. Na parcela principal foi estudada a sobrevivência em função de cada nível de sombreamento do consórcio de espécies e na subparcela, a sobrevivência dos indivíduos do mix (Figura 4) em relação ao efeito dos diferentes consórcios de espécies. A unidade experimental foi constituída por quatro repetições.

No total, foram dispostas 56 bandejas para cada nível de sombreamento (Figura 4), sendo que no experimento 1 consistiu em 28 recipientes que foram acondicionados em sete combinações de espécies (mix), tendo como espécie foco ou chave a *Vellozia epidendroides*, fazendo parte de todos tratamentos (mix). Já no experimento 2, os outros 28 recipientes restantes, a espécie chave escolhida, presente em todas as bandejas compondo o mix foi *Cipocereus minensis*. Cada experimento foi composto por sete tratamentos (combinações de mix se verifica na Tabela 1), tendo um indivíduo de cada espécie compondo cada tratamento selecionado.

FIGURA 4 – Área experimental instalada em três níveis de sombreamento na casa de vegetação



FONTE: Do autor (2019).

Tabela 1 – Composição dos sete tratamentos compostos por mix de espécies de diferentes formas de vida, oriundas do resgate em área de mineração de campo rupestre quartzítico destinada a mineração no distrito de Conselheiro Mata em Diamantina, Minas Gerais – Brasil.

TRATAMENTOS	EXPERIMENTO 1 MIX	EXPERIMENTO 2 MIX
T1	<i>Vellozia epidendroides</i>	<i>Cipocereus minensis</i>
T2	<i>Vellozia epidendroides</i> <i>Cipocereus minensis</i>	<i>Cipocereus minensis</i> <i>Vellozia epidendroides</i>
T3	<i>Vellozia epidendroides</i> <i>Vellozia resinosa</i> <i>Apochloa molinioides</i>	<i>Cipocereus minensis</i> <i>Vellozia resinosa</i> <i>Apochloa molinioides</i>
T4	<i>Vellozia epidendroides</i> <i>Vellozia resinosa</i> <i>Cipocereus minensis</i>	<i>Cipocereus minensis</i> <i>Vellozia resinosa</i> <i>Vellozia epidendroides</i>
T5	<i>Vellozia epidendroides</i> <i>Apochloa molinioides</i>	<i>Cipocereus minensis</i> <i>Apochloa molinioides</i>
T6	<i>Vellozia epidendroides</i> <i>Vellozia resinosa</i> <i>Cipocereus minensis</i> <i>Apochloa molinioides</i>	<i>Cipocereus minensis</i> <i>Vellozia resinosa</i> <i>Vellozia epidendroides</i> <i>Apochloa molinioides</i>
T7	<i>Vellozia epidendroides</i> <i>Vellozia resinosa</i>	<i>Cipocereus minensis</i> <i>Vellozia resinosa</i>

2.4 Variáveis avaliadas

2.4.1. Sobrevivência

Foi avaliada a sobrevivência (%) das espécies *Vellozia epidendroides*, *Vellozia resinosa*, *Apochloa molinioides* e *Cipocereus minensis* quando presentes em cada mix mensalmente durante o período de 12 meses (novembro de 2017 a novembro de 2018). O critério adotado para avaliar a mortalidade das plantas se baseou na ausência de folhas e presença de caules secos para as duas espécies da família Velloziaceae, a estrutura oca para a Cactaceae e a bainha foliar seca para o capim. Os dados de sobrevivência foram submetidos ao teste F para análise de variância ao nível de significância de 5%, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%.

2.4.2 – Clorofila

Foi avaliado o índice de clorofila em função do nível de sombreamento apenas para a espécie *Vellozia epidendroides*, com a justificativa que apenas a mesma era presente em todos os tratamentos no primeiro experimento. Procedeu-se aos 180 e 365 dias após a

implantação do experimento. Para a avaliação do índice de clorofila total, usou-se o clorofilômetro aferido individualmente pelo medidor portátil ClorofiLOG1030® (FALKER, 2008) (Figura 5). Foram utilizadas como amostra todas a mudas de *Vellozia epidendroides* de todos os tratamentos. A leitura foi realizada em apenas uma folha de cada planta optando-se pelo método não-destrutivo, e foi repetida a medição mais uma vez em cada folha. Para a análise dos dados foi feita a média dessas duas repetições.

FIGURA 5 – Avaliação do índice de clorofila total dos indivíduos de *Vellozia epidendroides* em três níveis de sombreamento.



Fonte: Do autor (2019).

Para todas as análises estatísticas univariadas, utilizou-se o software estatístico gratuito R (DEVELOPMENT CORE TEAM, 2018) e o pacote adicional “ExpDes” o Experimental Designs (FERREIRA; CAVALCANTI; NOGUEIRA, 2013). Quando os dados não apresentaram interações foi utilizada a estatística descritiva, baseada na análise e interpretação dos dados por meio da elaboração de gráficos que apresentem o comportamento dos dados e suas medidas dispersivas.

3 RESULTADOS

3.1 Experimento 1

A sobrevivência não se mostrou significativa ($p < 0,05$) para os níveis de sombreamento e diferentes combinações de mix quando se utilizou a *Vellozia epidendroides* como espécie chave, considerando o período de doze meses pós resgate, não havendo

interação entre os fatores (Tabela 2). Os valores foram estatisticamente descritos e ilustrados na Figura 6.

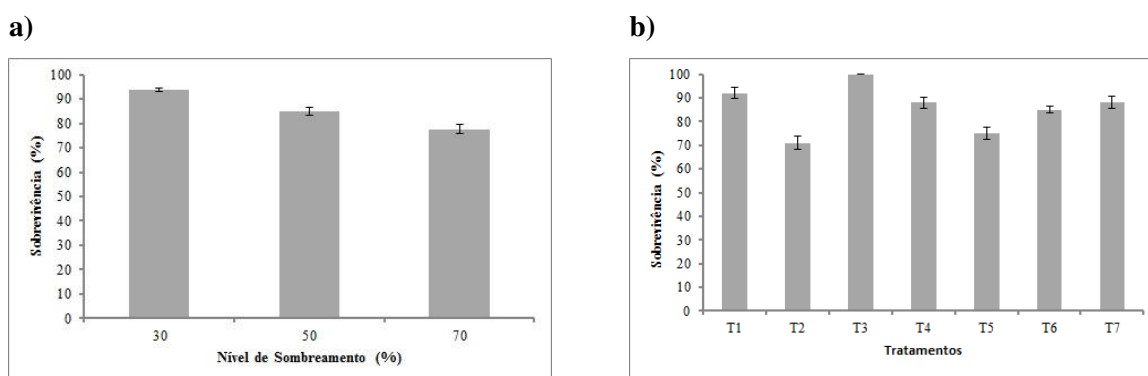
Tabela 2 – Análise de variância para a sobrevivência de indivíduos resgatados do mix de *Vellozia epidendroides* a diferentes níveis de sombreamento e combinações de espécies, em área de supressão vegetal no distrito de Conselheiro Mata em Diamantina, MG.

FV	GL	SQ	QM	Fc
Sombreamento	2	23.24	11.6190	3.14163
Erro a	9	33.29	3.6984	
Mix	6	44.67	7.4444	1.76537
Sombreamento*Mix	12	40.76	3.3968	0.80552
Erro b	54	227.71	4.2169	
Total	83	369.67		
Cv1= 28.14 %				
Cv2= 30.05 %				

Em que: *valor de F significativo a 5% de probabilidade de erro; **valor de F significativo a 1% de probabilidade de erro; FV =fonte de variação; GL = grau de liberdade; Qm=Quadrado médio.

Embora a ANOVA tenha apresentado resultados estatisticamente similares para a influência do sombreamento e da combinação dos diferentes mix de *Vellozia epidendroides* na sobrevivência dos indivíduos (Tabela 2), os valores variaram de 71% a 100%. Observou-se que a interação *Vellozia epidendroides* + *Vellozia resinosa* + *Apochloa molinioides* alcançou a porcentagem máxima de indivíduos vivos, sendo os valores superiores aos obtidos nos demais tratamentos, embora todos tenham sido considerados satisfatórios (Figura 6b). O nível de sombreamento de 30% destacou-se como o mais eficiente (Figura 6a), atingindo a taxa de aproximadamente 94% de indivíduos sobreviventes.

FIGURA 6 – Valores médios de sobrevivência de indivíduos do total de mix com a espécie chave *Vellozia epidendroides* sob diferentes intensidades luminosas.



Sobrevivência em função de cada nível de sombreamento (a). Sobrevivência em função de cada tipo de mix. Sendo T1= *Vellozia epidendroides*; T2= *Vellozia epidendroides*+ *Cipocereus minensis*; T3= *Vellozia*

epidendroides+*Vellozia resinosa*+ *Apochloa moliniodes*; T4= *Vellozia epidendroides*+*Vellozia resinosa*+*Cipocereus minensis*; T5= *Vellozia epidendroides*+ *Apochloa moliniodes*; T6= *Vellozia epidendroides*+*Vellozia resinosa*+*Cipocereus minensis*+ *Apochloa moliniodes*; T7= *Vellozia epidendroides*+*Vellozia resinosa* (b). Em que: as médias acompanhadas de mesma letra nas barras não diferem ao nível de 5% de significância de erro pelo teste de Tukey.

3.2 Experimento 2

Na sobrevivência dos mix de *Cipocereus minensis*, a interação entre os níveis de sombreamento foi estatisticamente igual (Tabela 3), enquanto as combinações dos diferentes tratamentos de mix foi significativa (Tabela 3). As interações que obtiveram a maior média de sobrevivência foram principalmente as que não tinham a espécie *Apochloa* em seu tratamento, chegando a taxa de 83,25% para o tratamento 2 (*Cipocereus minensis*+*Vellozia epidendroides*) e 81,25% para o tratamento 7 (*Cipocereus minensis*+ *Vellozia resinosa*). Enquanto os menores valores corresponderam aos tratamentos 1 (*Cipocereus minensis*) e tratamento 3 (*Cipocereus minensis*+*Vellozia epidendroides*+*Apochloa*) cujo menor índice de plantas vivas foi equivalente a apenas 31,25%.

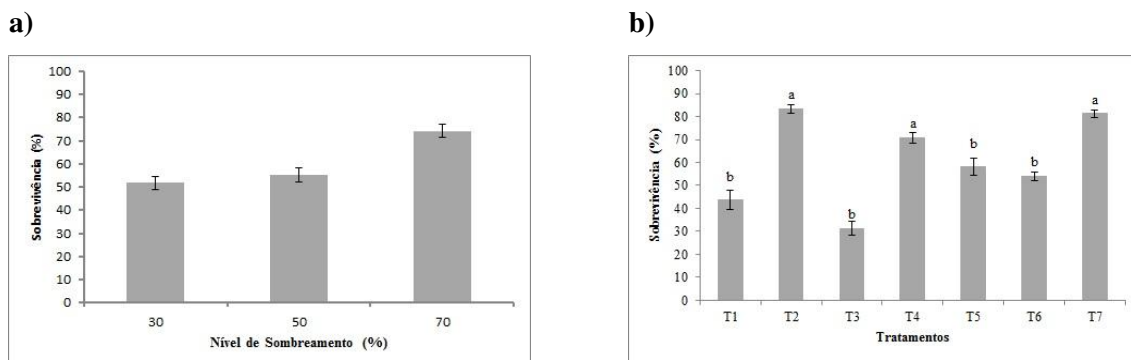
Os resultados dos testes de média realizados para a sobrevivência das espécies nos diferentes mix se encontram na Tabela 3.

Tabela 3 – Análise de variância para a sobrevivência de indivíduos resgatados do mix de *Cipocereus minensis* a diferentes níveis de sombreamento e combinações de espécies, em área de supressão vegetal no distrito de Conselheiro Mata em Diamantina, MG.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr(>Fc)
Sombreamento	2	51.52	25.7619	4.1089	0.053976
Erro a	9	56.43	6.2698		
Mix	6	172.00	28.6667	4.2695	0.001368**
Sombreamento*Mix	12	95.14	7.9286	1.1809	0,320095
Erro b	54	362.57	6.7143		
Total	83	737.67			
Cv1= 51,81%					
Cv2= 53,61%					

Em que: *valor de F significativo a 5% de probabilidade de erro; **valor de F significativo a 1% de probabilidade de erro; FV =fonte de variação; GL = grau de liberdade; Qm= Quadrado médio.

FIGURA 7 – Valores médios de sobrevivência de indivíduos do total de mix com a espécie chave *Cipocereus minensis* sob diferentes intensidades luminosas.



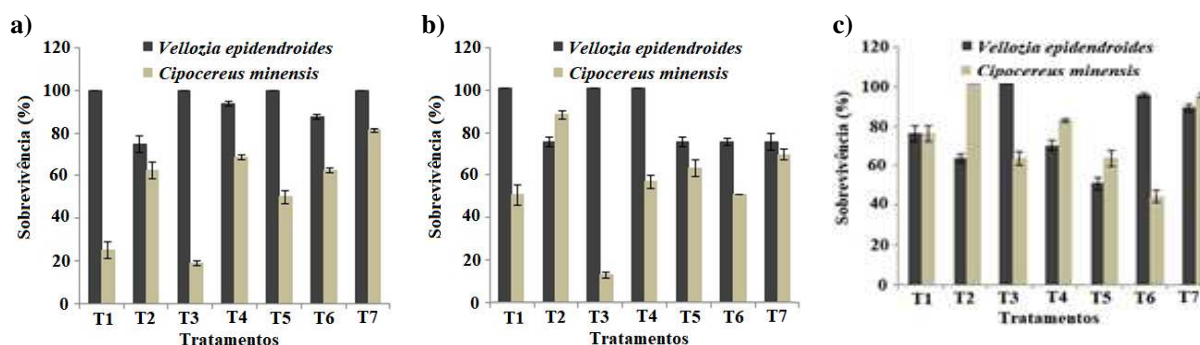
(a) Sobrevivência em função de cada nível de sombreamento (a). Sobrevivência em função de cada tipo de mix. Sendo T1= *Cipocereus minensis*; T2= *Cipocereus minensis*+ *Vellozia epidendroides*+*Vellozia epidendroides*; T3= *Cipocereus minensis*+ *Vellozia epidendroides*+ *Apochloa moliniodes*; T4= *Cipocereus minensis*+*Vellozia resinosa*+ *Vellozia epidendroides*; T5= *Cipocereus minensis*+ *Apochloa moliniodes*; T6= *Cipocereus minensis*+*Vellozia resinosa*+ *Vellozia epidendroides*+ *Apochloa moliniodes*; T7= *Cipocereus minensis*+ *Vellozia resinosa*.

Em que: as médias acompanhadas de mesma letra nas barras não diferem ao nível de 5% de significância de erro pelo teste de Tukey.

O sombreamento que apresentou a maior quantidade de indivíduos vivos foi o de 70%, onde existe a menor exposição direta à luz solar, chegando ao índice de 74% de sobrevivência (Figura 7 a). Os menores índices de sobrevivência foram encontrados para o sombreamento a 30%. Quando analisados os tratamentos em que as espécies se adaptaram melhor em seus respectivos mix, os maiores valores foram para os tratamentos T2 e T7 (Figura 7 b).

Comparando o índice de sobrevivência entre os dois experimentos e suas respectivas combinações das espécies constatou-se que estes diferiram apenas em relação as espécies chave (*Vellozia epidendroides* e *Cipocereus minensis*) e submetidos à diferentes níveis de sombreamento, obteve-se o seguinte resultado ilustrado na Figura 8. Sendo todos os tratamentos diferenciados apenas pelas espécies chaves, conforme a Tabela 1 e submetidos aos sombreamentos de 30% (a); 50% (b); 70% (c).

FIGURA 8 – Variação de sobrevivência de indivíduos resgatados dos mix de *Vellozia epidendroides* e *Cipocereus minensis* sob diferentes níveis de sombreamento (30,50 e 70%), respectivamente.



A porcentagem de sobrevivência de quase todos os tratamentos foi superior quando se utilizou *Vellozia epidendroides* como espécie chave (Figura 8). Apenas no sombreamento de 70% os mixes onde a espécie chave era *Cipocereus minensis* o índice de sobrevivência entre os dois experimentos se assemelhou, uma vez que o segundo obteve um maior índice de sobrevivência, equiparando-se na maioria dos tratamentos ao primeiro (Figura 8c).

Para os índices de clorofila, de acordo com o teste F, as médias desse fator foram estatisticamente iguais para o efeito dos diferentes mix, bem como ao nível de sombreamento (Tabela 4). Os valores de clorofila tiveram a média entre 8,3 chegando até o valor de 10,9, sendo todos descritos em unidades adimensionais. O sombreamento que obteve maior valor foi o de 30% e o tratamento 3, cuja combinação correspondente era: *Vellozia epidendroides* + *Vellozia resinosa* + *Apochloa molinioides*.

Tabela 4 – Tabela 4 – Análise de variância para o índice de clorofila de indivíduos resgatados do mix de *Vellozia epidendroides* a diferentes níveis de sombreamento e combinações de espécies, em área de supressão vegetal no distrito de Conselheiro Mata em Diamantina, MG.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr(>Fc)
Sombreamento	2	24.85	12.423	0.23840	0.7021
Erro a	60	751.99	12.533		
Mix	6	47.71	7.952	0.63446	0.8015
Sombreamento*Mix	12	240.96	20.080	0.38535	0.8991
Erro b	3	156.33	52.108		
Total	83	1221.83			
Cv1= 36,14%					
Cv2= 73,70%					

Em que: *valor de F significativo a 5% de probabilidade de erro; **valor de F significativo a 1% de probabilidade de erro; FV = fonte de variação; GL = grau de liberdade; Qm = Quadrado médio

4 DISCUSSÃO

Ao final do período de avaliação, o percentual de sobrevivência média de indivíduos do mix de *Vellozia epidendroides* foi superior comparado ao de *Cipocereus minensis*, principalmente, quando a interação do gênero *Vellozia* se deu com a espécie *Apochloa moliniodes*. Subtende-se com isso que a espécie arbustiva apresenta maior plasticidade a alterações do ambiente, o que permite uma melhor adaptação em condições desfavoráveis para o estabelecimento, característica que torna os indivíduos da família Velloziaceae dominantes em ambientes extremos, como por exemplo, onde predomina a escassez de água e oscilações térmicas (ALVES; KOLBEK, 1994).

De acordo com observações visuais foi claramente perceptível a diferença de resposta do incremento do *Apochloa moliniodes* quando associado à Velloziaceae, de maneira oposta ao alto índice de mortalidade ocorrido quando em consórcio com o *Cipocereus minensis*. Esses resultados indicam que a espécie do gênero *Vellozia* é de fácil adaptabilidade, além de propiciar a criação de microhabitats. Tal fato, evidencia que possivelmente a espécie possui mecanismos que podem favorecer o estabelecimento de outras espécies. Por outro lado, a espécie *Cipocereus minensis* se mostrou limitada principalmente quando estava plantada de maneira unitária ou com a *Apochloa molinoides*.

As características biológicas das espécies de gramíneas contribuem para a sua importância e larga utilização nos trabalhos de restauração ecológica de campo rupestre em áreas degradadas quartzíticas (GOMES et al., 2015). Peculiaridades como ciclo de vida rápido, metabolismo C4, alta eficiência fotossintética e elevadas taxas de rebrotamento e crescimento (BARBOSA et al., 2008), além da dispersão eficaz de sementes com alto índice de germinação e elevada propagação vegetativa, lhes permite um rápido recobrimento da superfície do solo (SEIFFERT, 1984; MILES; VALLE, 1998; SOUZA FILHO; PEREIRA; BAYMA, 2005). Características essas que podem auxiliar a entender a importância de se consorciar gramíneas a outras espécies promissoras, como o caso das *Vellozias* neste trabalho, em projetos de restauração.

Durante muito tempo, espécies de gramíneas exóticas foram largamente utilizadas em projetos de recuperação de áreas degradadas em todo o Brasil, transformando a invasão biológica de ambientes naturais uma problemática importante nos tempos atuais. Isto porque possuem uma série de atributos que as tornam bem-sucedidas no seu crescimento, reprodução, dispersão e adaptação, permitindo que colonizem determinados ambientes em detrimento das espécies nativas (GRANT; PASCHKE, 2012). Estudar e utilizar gramíneas nativas de

potencial para restauração é uma maneira de garantir a saúde dos habitats e o sucesso das técnicas de restauração dos campos rupestre a longo prazo (GRANT; PASCHKE, 2012).

A alta sobrevivência das espécies do gênero *Vellozia* como a encontrada neste estudo, onde em consórcios de espécies com sua presença atingiu uma sobrevivência de até 100% dos indivíduos no tratamento 3 pode estar relacionada ao fato de serem resistentes e adaptadas aos ambientes de campo rupestre (GAFF, 1987; ALVES; KOLBEK, 1994; POREMBSKI; BARTHLOTT, 2000). Tal fato ainda pode ser justificado por possuírem estruturas de resistência à seca, mecanismos que permitem uma rápida absorção de água e névoa, e a produção de flores que acontece em sincronia com a ocorrência de chuva.

Nos ambientes rupestres as espécies da família Velloziaceae podem coexistir desde locais expostos a pleno sol, ventos e geadas, com solos rasos ou ausentes até locais abrigados, permanentemente sombreados e úmidos com maior acúmulo de água e sedimentos (MOURA, 2010). Esses microambientes afetam a composição e distribuição de espécies vegetais (CONCEIÇÃO; PIRANI, 2007), o que pode interferir de forma negativa no estabelecimento de espécies quando realocadas em um mesmo ambiente controlado em condições iguais, como foi o caso no experimento 2 quando a *Apochloa molinoides* associada ao *Cipocereus minensis* não foi capaz de se estabelecer tão bem, enquanto no experimento 1 associada à *Vellozia epidendroides*, obteve alto índice de incremento e sobrevivência.

As interações entre plantas influenciam fortemente a estrutura e dinâmica da comunidade, e são responsáveis pela presença ou ausência de espécies particulares em uma comunidade (BRUNO et al., 2003).

As plantas que crescem próximas umas das outras influenciam seus vizinhos de muitas maneiras, resultando em uma ampla gama de resultados prejudiciais ou benéficos. Se os efeitos negativos prevalecerem, a interação resulta em competição ou interferência, de uma consequência da partilha de recursos limitados (água, nutrientes, luz, espaço), ou de uma liberação de substâncias químicas pelas plantas próximas (alelopatia) (FRAGOSO et al., 2017). Por outro lado, plantas próximas podem exercer influência positiva, denominada facilitação, em que pelo menos uma espécie vizinha se beneficia da interação por meio de uma maior sobrevivência ou crescimento. Os efeitos positivos e negativos ocorrem simultaneamente, afetam diferentes variáveis e mudam com o tempo e localização (ARMAS; PUGNAIRE, 2005).

A facilitação na teoria ecológica parece ser um processo essencial, não só para a sobrevivência, crescimento e aptidão em algumas plantas (CALLAWAY et al., 2002; TIRADO; PUGNAIRE, 2003; CAVIERES et al., 2006), mas também para a diversidade

dinâmica da comunidade em muitos ecossistemas (PUGNAIRE et al. 1996; KIKVIDZE et al. 2005). Exemplos de facilitação são evidentes em ambientes severos e limitadores, como os campos de altitude, onde algumas espécies são capazes de melhorar as condições físicas, ou prevenir a herbivoria, fornecendo habitats mais adequados para outras espécies. Essa interação tem um lado prático quando aplicado à restauração ecológica (FRAGOSO et al., 2017). Sendo que para os campos rupestres essa interação deve ser iniciada desde o processo de produção das mudas na forma de núcleos ou mixes, conforme proposto no presente estudo.

O teor de clorofila nas folhas é considerado um dos indicadores do nível de dano que determinado estresse pode estar causando à planta, já que a clorose é, normalmente, um dos primeiros sintomas expressos (CATUNDA et al., 2005). Segundo (BRAHM et al., 2010), os teores de clorofila e a taxa fotossintética são fatores importantes para espécies dos campos rupestres, que afetam o crescimento vegetativo e devem ser considerados em programas de introdução e adaptação de espécies, pois a disponibilidade de luz constitui como uma das limitantes decisivas para o desenvolvimento das plantas (BRAHM et al., 2010).

Neste estudo, de maneira geral, além das folhas permanecerem visualmente na mesma coloração, a sobrevivência entre as espécies consorciadas com a *Vellozia epidendroides* apresentou índices mais positivos com mais indivíduos vivos quando no sombreamento de 30%, onde o índice de clorofila da espécie chave obteve valor médio de 10,9, sendo superior aos demais. Em contrapartida, as espécies no consórcio com a Cactaceae apresentaram valores mais satisfatórios quando acondicionadas no sombreamento de 70%, em que havia menos incidência de luz, onde a umidade micro ambiental consequentemente também era maior, conforme observação.

A disponibilidade luminosa é um fator limitante no desenvolvimento das plantas. A média do índice de clorofila avaliada para as espécies de *Vellozia epidendroides*, teve pouca variação de um sombreamento ao outro. Espécies da família Velloziaceae apresentam anatomia foliar específica, que auxilia na menor absorção de clorofila por folíolo, contudo obtendo uma alta taxa fotossintética quando analisadas as quantidades de folhas, estando às mesmas em uma estrutura foliar que favorece a absorção de luminosidade em todos os períodos do dia (SILVA, 2013).

Normalmente as folhas de *Vellozia* são rígidas e duras, com estruturas que contribuem para este aspecto xeromórfico, incluindo cutícula e paredes celulares espessas, epiderme plurisseriada com fibras subepidérmicas em ambas as faces foliares, hipoderme e parênquima bem desenvolvido (BATISTA, 2016). Contudo, no ambiente controlado da casa de vegetação pode-se observar maior maleabilidade das folhas e uma menor quantidade

quando comparadas aquelas em ambiente natural, o que demonstra uma plasticidade da espécie a se adaptar em um ambiente com maior umidade relativa e disponibilidade hídrica.

A restauração ambiental no Brasil tem-se baseado no plantio de espécies arbóreas (CARPANEZZI; NICODEMO, 2009). Sendo assim, o modelo tradicional de produção e plantio de mudas, convencionalmente utilizado para restauração de outros ecossistemas, não deve ser a única base para os campos rupestres, o que torna viável a adequação de alternativas de plantio, como exemplo, a reintrodução pela formação de micro habitats, “mix” com espécies de diferentes formas de vida formando grupos ou núcleos diversos. Os métodos embasados em princípios da nucleação (YARRANTON; MORRISON, 1974) têm sido considerados como promissores de restauração, despertando interesse crescente.

Esses princípios do plantio em forma de “ilhas” também parecem plausíveis para a revegetação em terras secas degradadas, onde espécies podem fornecer estabilização do solo, restabelecer a ciclagem de nutrientes e, mais tarde, as condições ambientais melhoram e favorecem outras espécies (RODRIUEZ, 2006).

Os resultados encontrados neste estudo para as duas espécies de *Vellozia* estudadas podem estar relacionados com o microhabitat que as mesmas ocupam naturalmente, dada a plasticidade do gênero bastante ampla, sendo que *V. epidendroides* em sua ocorrência natural, normalmente teria a proteção de gramíneas cobrindo o substrato pedregoso, característica essa compatível ao lugar onde a mesma espécie foi resgatada para este trabalho. Sendo assim, diferenças em resultados de sobrevivência como o exposto neste trabalho, onde, por exemplo, a espécie *Cipocereus minensis*, não conseguiu se estabelecer sozinha, enquanto que a *Vellozia epidendroides* sob as mesmas condições obteve resultados positivos em sua maioria, pode ser entendida a partir da perspectiva onde a riqueza e a composição florística existem porque as espécies são adaptadas às condições ambientais distintas (GUREVITCH et al., 2009) e possuem maneiras particulares de explorar os nichos ecológicos.

Neste caso, diferentes espécies se estabelecem mais facilmente em um ambiente, formando uma comunidade, quando possuem requerimentos ambientais similares para sua existência (KENT; COKER, 1992) ou características que supram a vulnerabilidade de outra espécie vizinha. Portanto, o ambiente atua como filtro e seleciona as espécies com base nas condições mínimas para que ocorram em um dado local.

Estas particularidades estão diretamente relacionadas à heterogeneidade ambiental (MACARTHUR, 1965). A maior oferta de microhabitats em seu ambiente de origem, proporcionada pela heterogeneidade ambiental, reduz a sobreposição de nichos e favorece a

coexistência de diferentes espécies no mesmo ambiente (ADLER et al., 2013), aumentando a riqueza (YATES et al., 2003; CONCEIÇÃO; PIRANI, 2005).

A espécie *Cipocereus minensis*, como comumente observado para espécies da família Cactaceae possuem seu desenvolvimento primário ligado a condições ambientais, principalmente em terras áridas e semiáridas (SHISHKOVA et al., 2013). Diversas características adaptativas podem ser observadas nos indivíduos da espécie como caule carnoso, espinhos na epiderme, etc. Estas características garantem o bom desempenho dos indivíduos em condições de escassez de recursos hídricos. Em locais de alta umidade relativa do ar e luminosidade controlada, os indivíduos podem não se desenvolver com tanta facilidade.

Fatores como a intensidade luminosa podem atuar sobre o sucesso da propagação de *Opuntia boldinghii*, o que pode ocorrer para outras espécies da família Cactaceae (ALBERTO et al., 2013). De acordo com o observado para *C. minensis*, a espécie possui comportamento singular. Desta maneira, os diferentes níveis de luminosidade não demonstraram diferenças significativas quando relacionados ao nível de sombreamento. No entanto, em formação de micro habitats a espécie possui certa dificuldade em se estabelecer, principalmente na ausência de *Vellozias*.

Desta maneira, adversidades como o difícil controle de umidade em períodos quentes e frios e radiação solar, as condições do resgate (época do ano, período do dia, transplante, utilização do substrato, ausência de adubação) podem interferir no sucesso de uma maior sobrevivência das espécies. Além disso, neste trabalho, a quantidade de solo em cada bandeja pode ter sido um fator limitante e/ou facilitador. Afinal, os solos dos campos rupestres são normalmente rasos. Vale ressaltar, que o *Apochloa molinioides* foi utilizado na tentativa de recobrir mais rapidamente o recipiente a fim de que se formasse um “tapete” com suas raízes. O que ocorreu apenas depois de um ano do experimento.

Outro fator que pode ter colaborado para o maior sucesso do mix de *Vellozia epidendroides*, foi pelo fato da espécie ter se adaptado mais ao regime hídrico controlado em viveiro e pela luminosidade imposta. Silva et al. (2018) testaram três hipóteses relacionadas à organização de comunidades de espécies em afloramentos rochosos graníticos e constataram que inesperadamente, cada comunidade tem uma composição funcional diferente, indicando que cada uma pode ter diferentes arranjos de características para tolerar a severidade ambiental dos afloramentos rochosos. No presente estudo, as condições locais do ambiente de onde as espécies foram retiradas consistia em um afloramento rochoso de altitude e perturbado, cuja localização era na frente de lavra, formado pela existência de subpopulações

isoladas, com alta intensidade luminosa. A distância entre as espécies presentes na área de origem antes do resgate correspondeu à ocorrência de cactos com população isolada e o capim bem próximo às Vellozias. O que pode justificar a dificuldade da Cactaceae em se readaptar quando em arranjos nucleados, como no experimento 2.

A facilitação, pela qual a presença de uma espécie de planta aumenta a sobrevivência ou o desempenho de outras plantas, se dá com mais frequência em ambientes estressantes (CALLAWAY, 1995). No caso deste estudo, a espécie chave do gênero *Vellozia* teve papel fundamental para o sucesso do experimento 1, comparado ao experimento 2, uma vez que a espécie da família Cactacea não teve como característica adaptações que impulsionassem um microambiente que favorecesse o estabelecimento dos demais indivíduos consorciados. Quando o ambiente possui certo grau de estresse, a presença de plantas tolerantes pode melhorar as condições ambientais em sua vizinhança de forma imediata e, assim, fornecer locais favoráveis onde espécies menos tolerantes possam ter sucesso. Através de tais interações positivas, os facilitadores podem influenciar fortemente a composição da comunidade de plantas, sua dinâmica e diversidade (BERTNESS; CALLAWAY, 1994; GOLDBERG; NOVOPLANSKY, 1997).

A alta mortalidade de *Cipocereus minensis*, principalmente, compondo o mix com *Apochloa molinoides*, evidencia uma certa dificuldade em se estabelecerem sozinhos ou em companhia da gramínea e talvez precisassem de mais tempo para se recompor do estresse pós resgate para que assim fossem replantados em microhabitats. O fato dos tratamentos não terem apresentado diferença estatística para a maioria das variáveis avaliadas não necessariamente significa que a produção de mudas em forma de mix de espécies não seja adotada. Pelo contrário, uma vez que como no experimento 1, a taxa de sobrevivência do resgate e acondicionamento em consórcio de espécies de diferentes formas de vida foi considerada satisfatória para a maioria das combinações testadas.

5 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que:

- a) O sombreamento de 30% apresentou de maneira geral maior sobrevivência para os mix de *Vellozia epidendroides*. Já para o mix de *Cipocereus minensis*, os maiores valores de sobrevivência foram obtidos no sombreamento de 70%.
- b) Todos os mix de *Vellozia epidendroides* obtiveram valores de sobrevivência satisfatórios. Para os mix com *Cipocereus minensis*, como planta chave os tratamentos que

proporcionaram os maiores valores de sobrevivência foram os que apresentavam as espécies do gênero *Vellozia* em sua composição.

- c) Os valores encontrados para a porcentagem de sobrevivência nos tratamentos quando o resgate é realizado e posteriormente transplantado em forma de mix são promissores para uma futura reintrodução de “tapetes” ou microambientes em áreas destinadas a restauração ou compensação ambiental.
- d) O índice de clorofila de *Vellozia epidendroides* não teve variação estatística em função do sombreamento, sendo seus valores de 8,3 a 10,9. O maior valor de resposta correspondeu ao local de maior incidência de luz (30%) e ao micro habitat cuja combinação consistiu pelas espécies *Vellozia epidendroides*, *Vellozia resinosa* e *Apochloa molinioides*.
- e) O protocolo proposto para o resgate e acondicionamento em forma de mix, mostrou-se mais eficiente quando se utilizou como espécie chave a *Vellozia epidendroides*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADLER; P.B. et. al. Trait-based tests of coexistence mechanisms. **Ecology Letters**, Paris, v. 16,n.10,p.1294-1306, oct. 2013.

ALVES, R.J.V.; KOLBEK, J. Can *campo rupestre* vegetation be floristically delimited based on vascular plant genera?. **Plant Ecology**. v.207, n.1, p.67-79, mar. 1994.

ARMAS, C.; PUGNAIRE, I.F. Plant interactions govern population dynamics in a semi-arid plant community. **Journal of Ecology**, London, v. 96, s/n, p. 978-989, jun. 2015

BARBOSA, E.G.; PIVELLO, V.R. ; MEIRELLES, S.T. Allelopathic evidence in *Brachiaria decumbens* and its potential to invade the Brazilian cerrados. **Brazilian Archives of Biology and Tecnology**, 51(4): 835- 831. 2008

BATISTA, D. S. **Vellozia ramosissima**: estrutura populacional, anatomia foliar e avaliação nutricional em áreas de complexos rupestres, sob diferentes substratos, na serra do espinhaço, MG. 2016. 90p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2016.

BERTNESS, M. D. ; CALLAWAY R. M. Positive interactions in communities. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 9, p.191–193, 1994.

BRAHM, R.U. et al. Pontencial de multiplicação in vitro de cultivares de morangueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n.3, p.507-510, 2004.

BRASIL. **Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Bio diversidade Brasileira**: Atualização - Portaria MMA nº9, de 23 de janeiro de 2007. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Brasília, 2007.

BRUNO, J.F., STACHOWICZ, J.J. ; BERTNESS, M.D. Inclusion of facilitation into ecological theory. **Trends in Ecology Evolution**, Cambridge , v19, n.3,p. 119–125, mar. 2003.

CALLAWAY, R.M. & WALKER, L.R. Competition and facilitation: a synthetic approach to interactions in plant communities. **Ecology**, California, v.78, s/n, p.1958–1965, 1997.

CALLAWAY, R. M. Positive interactions among alpine plants increase with stress. **Nature**, UK, v.417, n.8, p. 844–848, jul. 2002.

CARPANEZZI, A. A.; NICODEMO, M. L. F. **Recuperação de mata ciliar e reserva legal florestal no noroeste paulista**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, p. 35, 2009.

CATUNDA, M.G. et. al. Efeitos de herbicidas na atividade fotossintética e no crescimento de abacaxi (*Ananas comossus*). **Planta Daninha**, Viçosa, v.23, n. 1, p. 115-121. 2005.

CAVIERES, L. A. et al. Positive interactions between alpine plant species and the nurse cushion plant *Laretia acaulis* do not increase with elevation in the Andes of central Chile. **New Phytologist**, UK, v.169, n.1, p.59-69, feb. 2006.

CONCEIÇÃO, A. A. e PIRANI, J. R. Delimitação de habitats em campos rupestres na Chapada Diamantina: substratos, composição florística e aspectos estruturais. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 85-111, 2005.

CONCEIÇÃO, A. A.; PIRANI, J. R.; MEIRELLES, S.T. Floristics, structure and soil of insular vegetation in four quartzite-sandstone outcrops of "Chapada Diamantina", Northeast Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.30, n.4, p.641-656, 2007.

ECHTERNACHTA, L et al. Areas of endemism in the Espinhaço range in Minas Gerais, Brazil. **Flora Morphology**. Amsterdã, p. 782-791. set. 2011.

FERNANDES, G. W. et. al. Challenges for the conservation of vanishing megadiverse rupestrian grasslands. **Natureza e Conservação**. Brasil, v.12, n.2, p. 162-165, jul.-dec. 2014.

FERREIRA, E.B.; CAVALCANTI, P.P.; NOGUEIRA, D.A. ExpDes: Experimental Designs package. R package version 1.1.2. **Scientific Research**, v. 5, n.19, nov. 2013.

FURST, H. et al. Rebrotamento pós-fogo em arbusto ameaçado e microendêmico dos campos rupestres da Serra do Cipó, sudeste do Brasil. **Neotropical Biology & Conservation**. São Leopoldo, v. 12, n.2, p. 143-149, maio-ago.2017.

FRAGOSO, R. O. et al. Resgate vegetativo e sistema ex vitro de produção de mudas de *Tibouchina sellowiana* por estaquia e miniestquia. **Ciencia Rural**. Santa Maria, v.47, n.11, p. 1-7, jun. 2017.

FREITAS, G. H. S. et al. A new species of *Cinclodes* from the Espinhaço Range, southeastern Brazil: insights into the biogeographical history of the South American highlands. **The International Journal Of Avian Science**. Oxford, v.154, p. 738-755. jan. 2012.

GAFF, D.F. Desiccation tolerant plants in South America. **Oecologia**, Switzerland, v.74,n.1, p. 133-136, nov.1987.

GIANNINI, T.C., et. al.. Crop pollinators in Brazil: a review of reported interactions. **Apidologie**, Paris, v. 46, v.2, p. 209-223, marc. 2017.

GOLDBERG, D. ; NOVOPLANSKY, A. On the relative importance of competition in unproductive environments. **Journal of Ecology**, UK, v.85, n.4, p.409–418, ago. 1997.

GOMES, E. P. et. al. Productivity of Tifton 85 grass irrigated and overseeded with winter forages. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, Oxford, v.37, n.2, p.123-128, jun. 2015.

GORELICK, R. Evolution of cacti is largely driven by genetic drift, not selection. **Bradleya**, Washington , v 2009, n. 72, p. 37-48. jul. 2009.

GRANT, T. A.; PASCHKE, M. W. Department of Forest, Rangeland. Invasive plant impacts on soil properties, nutrient cycling, and microbial communities. In: MONACO, T. A.; SHELEY, R. L. **Invasive plant ecology and management: linking processes to practice**. London: British Library, p. 216 , 2012.

IEF - Instituto Estadual de Floresta & SEMAD - Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. 2007. **Plano de manejo do Parque Estadual da Serra do Rola Moça, incluindo a Estação Ecológica de Fechos**. Encarte 1, p. 59, 2007.

KENT, M., & COKER, P. Vegetation Description and Analysis: A Practical Approach **John Wiley and Sons**, New York , p. 167-169, 1992

KIKVIDZE, Z., et. al. Linking patterns and processes in alpine plantcommunities: a global study. **Ecology**, California, v.86, s/n, p.1395–1400 ,jun. 2005.

LE STRADIC, S. et. al. Vegetation composition and structure of some Neotropical mountain grasslands in Brazil. **J Mount Sci**. v.12, p.864–877, 2015.

MACARTHUR, R.H. Patterns of Species Diversity. **Biological Review**, v.40, p.510-533, 1965.

MARQUES, D. ; NAKAJIMA, J. N. Heliantheae sl (Asteraceae) from Parque Estadual do Biribiri, Diamantina, Minas Gerais State, Brazil. **Hoehnea**, São Paulo, v. 42, n.1, p. 41-58, ago. 2014.

MEIRA, M. S. et. al. Impacto do Fogo em Campo Sujo no Parque Estadual do Biribiri, Minas Gerais, Brasil. **Floram**. Seropédica, v. 24, v.1, p. 1-9, nov. 2016.

MILES, J. W.; VALLE, C. B. **Brachiaria**: biología, agronomía y mejoramiento. Cali: CIAT, p. 312 , 1998.

MONTEIRO, L. et. al. Conservation priorities for the threatened flora of mountaintop grasslands in Brazil. **Flora Morphology**. Amsterdã, v.238, p. 234-243, jan. 2018.

MOURA, I. O. **Fitogeografia do Cerrado Rupestre: Relações florístico-estruturais e ecológicas de espécies lenhosas**. 247 p. (Pós-Graduação em Ecologia) Universidade de Brasília. 2010.

NUNES, J.A. et al. Enright Soil-vegetation relationships on a banded ironstone island, Carajás Plateau, Brazilian Eastern Amazonia. **Anais Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 87, n. 4, p. 2097-2110, out-dez. 2015.

OLIVEIRA, R. S. et. al. Lambers **Ecophysiology of Campos Rupestres Plants. In: Ecology and Conservation of Mountaintop grasslands in Brazil. Berlin, p.227-272, apr. 2015.**

OLIVEIRA, R. S. et al. Mineral nutrition of campos rupestres plant species on contrasting nutrient-impovertished soil types. **New Phytologist**, UK, v. 205, n. 3, p. 1183–1194, 2015.

PARDIÑAS, U. F. J. et. al. A new genus of sigmodontine rodent from eastern Brazil and the origin of the tribe Phyllotini. **Journal Of Mammalogy**. Oxford,v. 95, n.2, p. 201-215. apr. 2014.

POREMBSKI, S.; BARTHLOTT, W. Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions. **Ecological Studies**, Berlin, v.146, Berlin. Jan. 1-518, jan. 2000.

Porembski, S.; Barthlott, W. Granitic and gneissic outcrops (inselbergs) as centers of diversity for desiccation-tolerant vascular plants. **Plant Ecology**, Switzerland, v.151, n.1, p.19-28, nov. 2000.

PUGNAIRE, F. I. etl al. Facilitation between higher plant species in a semiarid envorionmente. **Ecology**, California, v. 5, p. 1420-1426, 1996.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. **Viena: R Foundation for Statistical Computing**. 2018.

RODRIGUEZ, H. et. al. Genetics of phosphate solubilization and its potential applications for improving plant growth-promoting bacteria. **Plant and Soil**, Australian, v. 287, n. 1-2, p.15-21,2006.

SÁ JÚNIOR, Arionaldo de. **Manejo de irrigação e análise micrometeorológica em diferentes ambientes protegidos no cultivo da gérbera**. 2012. 112 f. Tese (Doutorado em Recursos Hídrico em Sistema Agrícola) - , Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

SANTOS, A.C. **Resgate de espécies endêmicas: estratégias para conservação da biodiversidade dos campos rupestres quartzíticos**. 2018. 78p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2018.

SEIFFERT, N. F. **Gramíneas forrageiras do gênero *Brachiaria***. Campo Grande: EMBRAPA; CNPGC, p. 74, 1984.

SILVEIRA, F.A.O. et. al. Ecology and evolution of plant diversity in the endangered campo rupestre: a neglected conservation priority. **Plant and Soil**. Australia, v.403 ,p. 129-152, jun. 2016.

SILVA, J.B. et. al. Different trait arrangements can blur the significance of ecological drivers of community assembly of mosses from rocky outcrops, **Flora**, Netherlands , v. 238, p. 43-50, 2018.

SILVA, J.A.P. 2013. **Interações ecológicas de *Philodendron adamantinum* (Araceae, Philodendreae) no Parque Estadual do Rio Preto, Minas Gerais: polinização por besouros e interação com formigas.** (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, MG, Brasil. 60 p.

SOUZA FILHO, A. P. S.; PEREIRA, A. A. G.; BAYMA, J. C. Aleloquímico produzido pela gramínea forrageira *Brachiaria humidicola*. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 23, n.1, p. 25-32, 2005.

SHISHKOVA, S. et al. Determinate primary root growth as an adaptation to aridity in Cactaceae: towards an understanding of the evolution and genetic control of the trait. **Annals of Botany**, Oxford, v.112, n.2, p. 239-252, jul. 2013.

TIRADO, R.; PUGNAIRE, F.I. Shrub spatial aggregation and consequences for reproductive success. **Oecologia**, Switzerland, v. 136, n.2, p. 296-301, jul. 2003.

YARRANTON, G. A.; MORRISON, R. G. Spatial dynamics of a primary succession: Nucleation. **Journal of Ecology**, London, v. 62, n. 2, p. 417-428, 1974.

YATES, C. J et. al. Impact of two wildfires on endemic granite outcrop vegetation in Western Australia. **Journal of Vegetation Science**, UK, v. 14, n. 2, p. 185–194, apr. 2003.

PROPOSTA DE ARTIGO CIENTÍFICO II: Resgate e acondicionamento de *Vellozia ramosissima* em área de mineração de ferro

RESUMO

A Serra do Espinhaço contém uma das mais ricas floras do Brasil, com alta frequência de espécies endêmicas. Entretanto, em regiões como Conceição do Mato Dentro, objeto deste estudo, ameaças à biodiversidade impulsionada pelo avanço das atividades minerárias, principalmente a exploração de minério de ferro são cada vez mais intensos. Dentre as espécies abundantes e estruturantes dos campos rupestres destaca-se *Vellozia ramosissima*, a qual é bastante suscetível ao processo de extinção principalmente aos eventos provocados pela ação humana. Com o intuito de gerar informações para o salvamento de germoplasma direcionadas à projetos de restauração ecológica, objetivou-se neste estudo, estabelecer um protocolo de resgate prático e eficaz para indivíduos de *Vellozia ramosissima* e avaliar o efeito do acondicionamento das plantas resgatadas em diferentes classes de tamanho e respostas do teor de clorofila a, b e total. Até o fim do período de avaliações os indivíduos da maior classe de tamanho obtiveram taxas de sobrevivência muito superiores quando comparados às demais classes, atingindo o percentual de sobrevivência de 88%, sendo este, portanto, o mais indicado para o acondicionamento dos indivíduos pós resgate. Os indivíduos em fase inicial de desenvolvimento apresentaram menor atividade fotossintética.

Palavras-chave: Endemismo, fotossíntese, salvamento Velloziaceae.

ABSTRACT

The Serra do Espinhaço contains one of the richest forests in Brazil, with a high frequency of endemic species. However, in regions such as Conceição do Mato Dentro which are the object of this study, threats to biodiversity driven by the advancement of mining activities, especially iron ore exploration are becoming increasingly intense. Among the abundant and structuring species of the rupestrian fields stands out *Vellozia ramosissima*, which is quite susceptible to the extinction process mainly to events caused by human action. To generate information for the rescue of germplasm directed to ecological restoration projects, this study aimed to establish a practical and effective rescue protocol for individuals of *Vellozia ramosissima* and to evaluate the effect of conditioning of rescued plants in different classes of size and chlorophyll content responses a, b and total. By the end of the evaluation period, individuals of the largest size class had much higher survival rates when compared to the other classes, reaching a survival rate of 88%, which is, therefore, the most suitable for the conditioning of post-rescue individuals. The individuals in the initial phase of development presented lower photosynthetic activity.

Key words: Endemism, photosynthesis, rescue, Velloziaceae.

1. INTRODUÇÃO

A Serra do Espinhaço é a maior cadeia de montanhas do Brasil e, especialmente em sua porção sul, está inserida em dois hotspots de biodiversidade, o Cerrado e a Mata Atlântica. As vertentes orientais mais úmidas das montanhas são cobertas por florestas semidecíduas associadas ao domínio da Mata Atlântica, enquanto as encostas mais secas do oeste são cobertas por fisionomias associadas ao domínio do Cerrado, predominantemente campo rupestre (SILVEIRA et al., 2016). No entanto, o mapa dos campos rupestres sugere que estes se encaixam ainda em mais dois outros biomas brasileiros (FERNANDES et al., 2014, SILVEIRA et al., 2016), sendo zonalmente pela Caatinga e marginalmente também dentro do bioma Amazônico (FERNANDES, 2016).

As ameaças à biodiversidade do campo rupestre são muitas e incluem mineração, urbanização não planejada, alta frequência de fogo antrópico, colheita descontrolada de plantas ornamentais, turismo não planejado, entre outros (GIULIETTI et al., 1997; JACOBI et al., 2007; JACOBI et al., 2011; FERNANDES et al., 2014; SILVEIRA et al., 2015). Os campos rupestres ferruginosos, conhecidos como vegetação de canga, com distribuição em áreas restritas associadas a importantes depósitos de minério de ferro são considerados como um dos ecossistemas mais ameaçados de Minas Gerais (JACOBI et al., 2007; JACOBI; CARMO, 2008). Dentre as ocorrências no estado, esses ambientes são presentes na borda leste da Serra do Espinhaço próximo aos municípios de Serro e Conceição do Mato Dentro.

A mineração, mesmo não afetando grandes extensões, quando comparada a outras atividades como a agropecuária, por exemplo, pode ser considerada uma das atividades mais impactantes ao solo (LARA, 2015). O que torna necessária a adoção de medidas que minimizem tais impactos por parte destes empreendimentos. Diante deste cenário, órgãos licenciadores têm adotado como medida mitigadora para grandes empreendimentos minerários, o resgate de indivíduos de espécies endêmicas e com risco de extinção provenientes de locais onde haverá a supressão da vegetação (IBRAM, 1992; VIDAL, 2008). Posteriormente estas mudas devem ser utilizadas em áreas a serem recuperadas (VIDAL, 2008) como medida compensatória, principalmente em áreas próximas àquelas de onde vieram devido à adaptação ao local. Por conseguinte, as espécies endêmicas tornam-se diretamente afetadas pela perda do habitat natural e consequente redução do número de indivíduos. Dentre as espécies abundantes e estruturantes dos campos rupestres destacam-se as do gênero *Vellozia*, conhecidas popularmente por canelas-de-ema ou candombás

(MIRANDA, 2012), que possuem hábito rupícola e adaptações morfo-fisiológicas (RAPINI et al., 2008), que permitem seu estabelecimento e sobrevivência nesses ambientes restritos, suportando amplas variações de temperatura, baixa fertilidade do solo e estresse hídrico (MENEZES, 1984). Por serem representadas por pequenas populações restritas, as espécies de canela-de-ema são bastante suscetíveis ao processo de extinção principalmente aos eventos provocados pela ação humana (MENEZES; GIULIETT, 2000). A *Vellozia ramosissima* L. B. Smith ocorre com frequência sobre os afloramentos rochosos quartzíticos e ferruginosos na borda leste da Serra do Espinhaço Meridional, sendo bem representada nestes dois ambientes (VIEIRA, 2015).

Como um dos principais fatores bióticos determinantes na sobrevivência e no crescimento das mudas, encontra-se a luminosidade uma vez que podem afetar diretamente as características morfológicas e fisiológicas das plantas. Fornece, ainda, sinais que regulam seu desenvolvimento por meio de receptores de luz sensíveis a diferentes intensidades luminosas, e é fonte de energia (ATROCH et al., 2001; SCALON et al., 2003; LARCHER, 2006; REGO; POSSAMAI, 2006; SILVA et al., 2007).

Sendo assim, os teores de clorofila e a taxa fotossintética tornam-se fatores importantes que afetam o crescimento vegetativo e devem ser considerados em programas de introdução e adaptação de espécies (BRAHM et al., 2010), uma vez que a prática do resgate de indivíduos em áreas de supressão vegetal é um meio que viabiliza a diminuição da perda de espécies em casos de risco de extinção, além de minimizar os impactos ambientais causados pela atividade minerária.

Além disso, estudos que visam obter informações sobre a eficácia das técnicas de resgate de espécies endêmicas e vulneráveis visando sua subsequente reintrodução como forma de contribuir para a manutenção e conservação da biodiversidade dos campos rupestres, atualmente tão ameaçados pelos grandes empreendimentos minerários, são de fundamental importância. O resgate de plantas, por se tratar de uma técnica aliada à elevada diversidade de espécies existentes nos ecossistemas brasileiros ainda configura como muito recente e dispõe de poucas informações a respeito das metodologias para a maioria das espécies, a fim que se assegure a sobrevivência dos indivíduos posteriormente ao resgate.

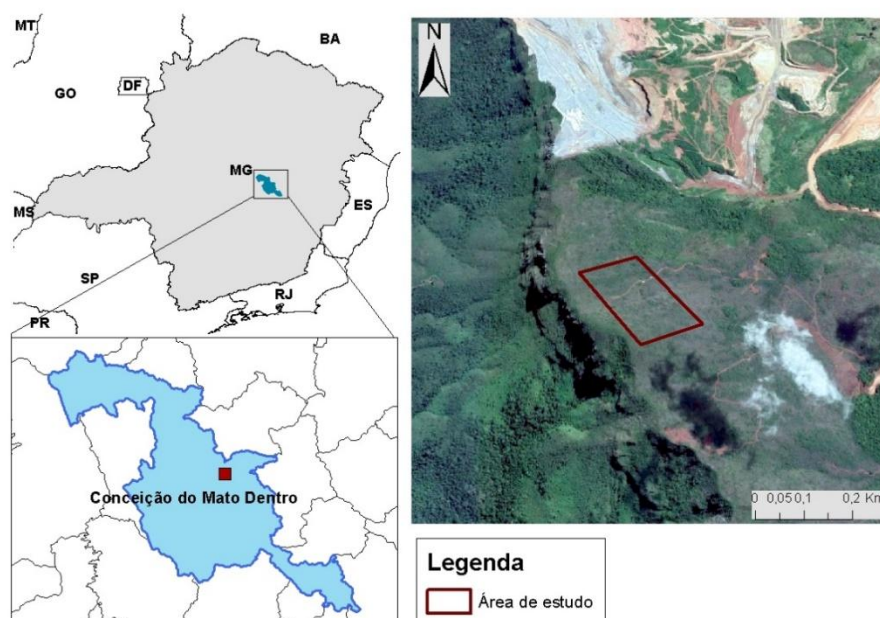
Desta forma, objetiva-se com este estudo estabelecer uma metodologia eficiente de resgate para indivíduos de *Vellozia ramosissima*, bem como, avaliar a influência do tamanho dos indivíduos resgatados na sobrevivência e índices de clorofila.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização e caracterização da área de resgate

O resgate foi realizado em uma área de campo rupestre ferruginoso destinada à ampliação da área de lavra pertencente à empresa de mineração Anglo American, com sede no município de Conceição do Mato Dentro (MG), situa-se na borda leste da Serra do Espinhaço Meridional, posicionada a $18^{\circ}55'20.48''\text{S}$, $43^{\circ}25'31.92''\text{W}$ (Figura 1) do Platô Central, com elevada ocorrência de indivíduos da espécie *Vellozia ramosíssima*.

FIGURA. 1 – Localização da área de estudo em substrato ferruginoso no município de Conceição de Mato Dentro, MG.



Fonte: Do autor (2019).

O clima regional é classificado como subtropical úmido, Cwa de Köppen, com verão quente, chuvas concentradas e inverno frio e seco. A temperatura média anual fica em torno de 20°C , apresentando máxima de 28°C e mínima de 15°C . A média de pluviosidade é de aproximadamente 1500 mm, com características de variação interanual (um período seco e outro chuvoso) (FERREIRA, 2014). O período do ano que concentra os maiores índices pluviométricos estende-se de outubro a março, em abril há uma transição do período chuvoso para seco, e a partir deste mês até setembro corresponde ao período da seca na região (FERREIRA, 2014).

2.2 Resgate das plantas

Foram resgatados 192 indivíduos aparentemente saudáveis e sem sinal de injúrias em meados de março de 2018. Nesse período foram registrados os maiores índices pluviométricos e altas temperaturas. A remoção dos indivíduos do solo foi realizada de acordo com a estatura das plantas. Para os indivíduos de porte médio (30-150 cm) e grande (> 150 cm) (Figura 2a), utilizou-se uma alavanca para a escavação ao redor da planta e direcionar a confecção do torrão com posterior erguimento do indivíduo realizando a retirada do mesmo. Já para os indivíduos pequenos (10-30 cm), foi possível fazer o arranquio manualmente (Figura 2b), devido à textura do solo estar solta e propícia, removendo a planta pelo caule, o que automaticamente, fez com que a planta ficasse com a raiz nua.

Imediatamente após a coleta, todos os indivíduos resgatados em campo foram transportados no mesmo dia para o viveiro de produção de mudas pertencente à mineradora Anglo American no município de Conceição do Mato Dentro, Minas Gerais. Posteriormente as plantas foram acondicionadas adequadamente em caixotes de madeira (40x20x53) onde permaneceram até o fim dos experimentos aos 365 dias após a implantação.

O substrato utilizado no acondicionamento das plantas foi o solo coletado na área do resgate, e quando possível, utilizou-se o solo do próprio local do resgate logo após a coleta dos indivíduos. Optou-se pela utilização de substrato local, devido à já associação natural da espécie às características desses solos.

FIGURA 2 – Resgate de *Vellozia ramosíssima* em área de supressão

a)



b)

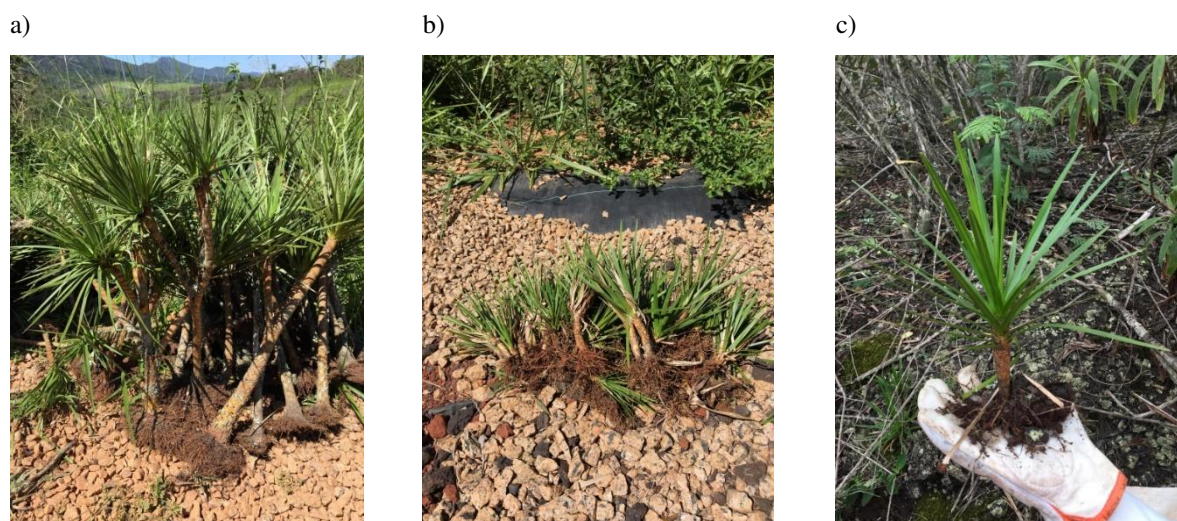


(a) método de retirada da planta de grande e médio porte; (b) retirada da planta de pequeno porte. FONTE: Do autor (2019).

2.3 Definição das classes de tamanho

As classes de altura das plantas utilizadas no experimento foram definidas com base na avaliação de campo das plantas antes do resgate. Sendo definidas três classes de tamanho (pequena, média e grande), conforme visualizado na Figura 3.

FIGURA. 3 – Indivíduos resgatados de *Vellozia ramosíssima* separados em classes de tamanho, considerando as alturas: (a) grande porte; (b) médio porte; (c) pequeno porte.



FONTE: Do autor (2019).

2.4 Delineamento experimental

O experimento foi implantado em delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema de parcelas divididas, onde a classe de tamanho era a parcela, com quatro repetições e dezesseis plantas (réplicas) cada.

2.5 Coleta e análise dos dados

Aos 365 dias após a instalação do experimento, foi determinada a porcentagem de sobrevivência das plantas, sendo o número de plantas vivas em função do número total de plantas resgatadas.

Avaliou-se mensalmente a sobrevivência, e o índice de clorofila dos indivíduos dispostos em diferentes tratamentos considerando diferentes classes de altura (P, M, G).

A sobrevivência foi avaliada a partir da observação das condições físicas dos indivíduos ao longo de 12 meses. Para avaliação da clorofila, utilizou-se o método FALKER

(clorofilômetro digital) onde a clorofila foi registrada individualmente pelo medidor portátil ClorofiLOG1030® mensalmente. Suas medições são apresentadas em valores adimensionais.

Dentro da metodologia adotada foram medidas de duas folhas de cada indivíduo em direções opostas em seu ápice, seguindo o mesmo padrão para todos. As leituras efetuadas pelo medidor portátil de clorofila correspondem ao teor relativo de clorofila presente na folha da planta. Os valores são calculados pelo equipamento com base na quantidade de luz transmitida pela folha, em dois comprimentos de ondas, com diferentes absorbâncias da clorofila (MINOLTA, 1989).

A normalidade e a homogeneidade de variâncias foram testadas pelos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, respectivamente, a 5% de significância e quando os pressupostos foram atendidos a variável de interesse foi submetida à análise de variância e quando esta foi significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey à 5% de significância. Para todas as análises, utilizou-se o software estatístico gratuito R (DEVELOPMENT CORE TEAM, 2018), e o pacote “ExpDes” o Experimental Designs (FERREIRA et al., 2013).

3 RESULTADOS

Houve significância analisando os efeitos simples do fator classes de altura (variável independente) sobre a sobrevivência (variável dependente), de acordo com a Tabela 1.

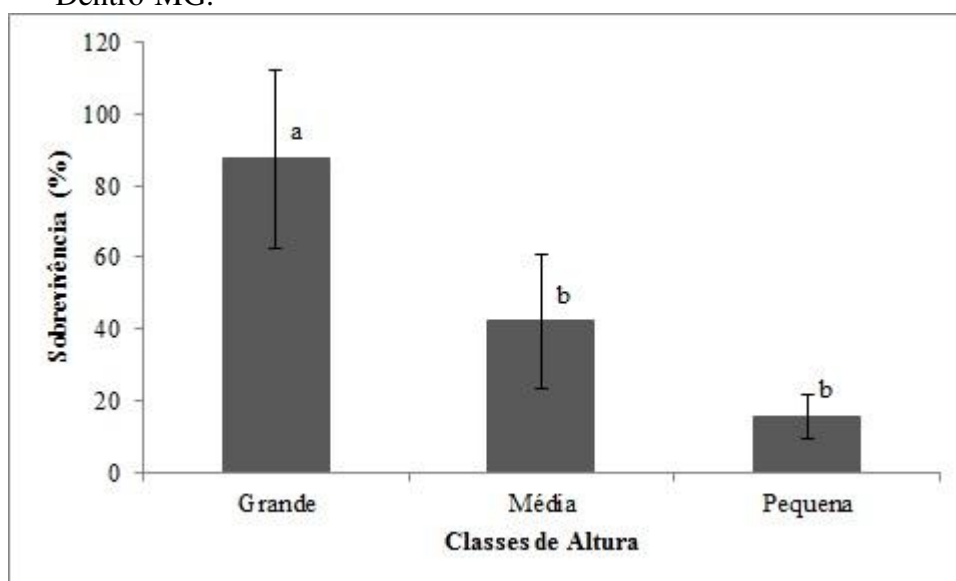
TABELA. 1 – Análise de variância para a sobrevivência de indivíduos resgatados de *Vellozia ramosissima* em função das classes de altura, em área de supressão vegetal visando a prática minerária no município de Conceição do Mato Dentro-MG

FV	GL	SQ	QM	Fc	PR(>Fc)
Classes de altura	2	10566.4	5283.2	15.656	0.0011739**
Resíduo	9	3037.1	337.5		
Total	11	13603.5			
CV= 37.93%					

Em que: *valor de F significativo a 5% de probabilidade de erro; **valor de F significativo a 1% de probabilidade de erro; FV =fonte de variação; GL = grau de liberdade; Qm=Quadrado médio.

As diferentes classes de altura submetidas ao Teste de Tukey, demonstraram que indivíduos da maior classe de altura obtiveram taxas de sobrevivência muito superiores quando comparados as demais classes, atingindo o percentual aproximado de 88% de indivíduos vivos (Figura 4).

FIGURA. 4 – Sobrevivência de indivíduos resgatados de *Vellozia ramosissima* dispostos em três classes de altura em área de mineração no município de Conceição do Mato Dentro-MG.



Em que: Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. As linhas com marcadores sobre as barras referem-se ao erro. FONTE: Do autor (2019).

Na Tabela 2 estão apresentados dados para clorofila a, b e total em função das diferentes classes de altura. Estatisticamente não houve diferença significativa, porém, percebe-se que a classe de indivíduos mais jovens obteve respostas menores de valores em relação às demais classes em todos os teores de clorofila, atingindo os valores de 25,45; 9,23 e 34,68 para clorofila a, b e total, respectivamente. O comportamento dos indivíduos maiores (médio e grande) foi bastante semelhante (Figura 5).

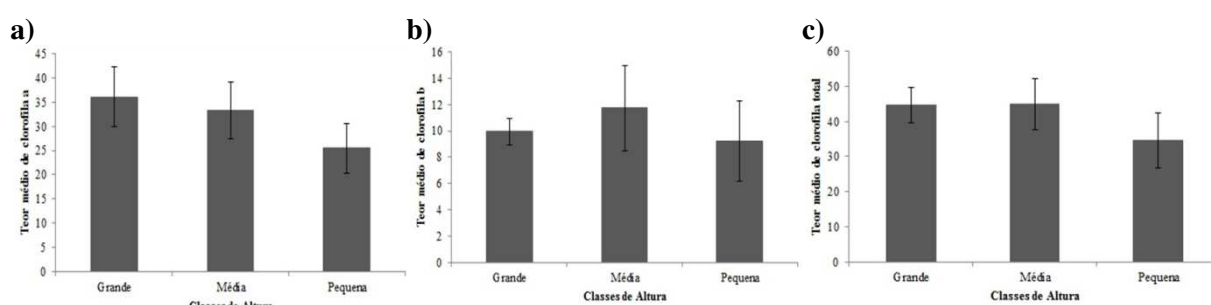
TABELA. 2 – Análise de variância para os teores médios de clorofila a, b e total de indivíduos resgatados de *Vellozia ramosissima* de diferentes alturas, em área de supressão vegetal visando a prática minerária no município de Conceição do Mato Dentro-MG

Clorofila a					
	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Classes de altura	2	241.86	120.930	4.0802	0.054793
Resíduo	9	266.75	29.639		
Total	11	508.61			
Cv=17.23%					
Clorofila b					
	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Classes de altura	2	13.253	6.6263	0.88746	0.44487
Resíduo	9	67.200	7.4666		
Total	11	80.452			
Cv=26.52%					
Clorofila total					

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Classes de altura	2	274.69	137.344	2.0373	0.18628
Resíduo	9	606.72	67.414		
Total	11	881.41			
Cv=19.81%					

Em que: *valor de F significativo a 5% de probabilidade de erro; **valor de F significativo a 1% de probabilidade de erro; FV =fonte de variação; GL = grau de liberdade; Qm=Quadrado médio.

FIGURA. 5 – Teores médios de clorofila a (a), clorofila b (b) e clorofila total (c) de indivíduos resgatados de *Vellozia ramosissima* dispostos em três classes de altura em área de mineração no município de Conceição do Mato Dentro-MG.



FONTE: Do autor (2019).

4 DISCUSSÃO

De acordo com os resultados, as maiores classes de altura influenciaram sobre a quantidade de indivíduos vivos, sendo a classe de valores de estatura mais elevados responsável pela maior taxa de sobrevivência, atingindo o valor percentual de 88%. Segundo Portela et al. (2011) as características de mortalidade dos indivíduos estão geralmente muito mais relacionadas com o estágio de desenvolvimento do que com a idade cronológica.

A maturação em espécies florestais traz consigo inúmeras alterações nas características de crescimento, morfologia foliar, além de alterações fisiológicas e bioquímicas (WENDLING et al., 2014), sobretudo na transição da fase juvenil para adulta, interferindo na capacidade de enraizamento e de estabelecimento do indivíduo (FERREIRA et al., 2010). O que pode explicar o porquê os de porte pequeno não conseguiram se estabelecer, uma vez que eram também mais jovens comparados aos demais. No entanto, essas alterações são variáveis entre as diferentes espécies e, mesmo numa mesma espécie, as informações são contraditórias (HACKETT, 1987).

A elevada mortalidade das plântulas menores (de 10 a 20 cm) indica que, de maneira geral, a espécie possui baixa adaptabilidade e pode ter sido influenciada pelas altas temperaturas registradas no dia do resgate, pois a pleno sol, o estresse das mudas foi

intensificado. O que poderia hipoteticamente ter sido amenizado caso as mesmas tivessem sido submetidas primeiramente a certo nível de sombreamento, sendo este o principal fator que influencia positivamente na sobrevivência de plantas no resgate. Além disso, a menor classe foi feita a retirada da planta com raiz nua, o que resulta em menor sobrevivência.

Estudos que buscam entender as mudanças e respostas em níveis funcionais para evitar estresses tem se mostrado essenciais para o entendimento do processo adaptativo das espécies (FRANCO; LUTTGE, 2002). Deve-se salientar que a estrutura e alometria foliar das diferentes espécies de *Vellozia* podem contribuir para os diferentes resultados, uma vez que, a incidência direta de luz em suas folhas por possuírem tamanhos diferentes ao longo de sua vida e desenvolvimento, ocorre de maneiras distintas, afetando sua absorção luminosa. Desta maneira, perpetua-se a necessidade de estudos direcionais acerca do tema (SANTOS, 2018).

A família Velloziaceae apresenta bainhas das folhas resistentes e presença de resinas que protegem o caule, que geralmente é muito delgado, além da presença de velame que protege as raízes adventícias (MENEZES, 1971; 1984). Esta característica adaptativa da espécie pode contribuir para a resistência dos indivíduos adultos à passagem do fogo e presença de patógenos, e estresses após sua retirada, por exemplo. Provavelmente os exemplares maduros apresentam ainda maior resistência mecânica aos danos e conseguem manter suas funções fisiológicas de forma mais eficiente comparado aos indivíduos mais jovens, considerando que para os vegetais em geral, os indivíduos mais jovens apresentam estruturas extremamente simples (GATSUK et al., 1980).

Batista (2016) em sua pesquisa na mesma área do presente estudo, relata que a cutícula nas faces adaxial e abaxial da *Vellozia ramosissima* apresenta-se mais espessa nestas áreas com maiores altitudes, nestas regiões ocorrem radiação intensa, desta forma as plantas apresentam cutícula com espessura e composição influenciada por diferentes fatores ambientais, responsáveis pela regulação de perda de água, impermeabilização e reflexão dos raios solares, que aumentam proporcionalmente com o aumento da altitude (ESAU, 1974; DICKINSON, 2000). O que também acontece quando em estágios mais desenvolvidos, a planta está mais susceptível à mudanças adaptativas por apresentar uma maior plasticidade, como no caso deste trabalho, onde as plantas de porte maior praticamente não apresentaram nenhum desgaste visível ao longo do tempo quando foram resgatadas e realocadas em um local diferente do de sua origem.

Um dos fatores inerentes à adaptabilidade das plantas é a presença de clorofila (JESUS; MARENCO, 2008). O teor de clorofila nas folhas é considerado um dos indicadores

do nível de dano que determinado estresse pode estar causando à planta, já que a clorose é, normalmente, um dos primeiros sintomas expressos (CATUNDA et al., 2005).

Para as variáveis de clorofila a, b e total não houve diferença significativa para os tratamentos após o transplântio. Porém, as plântulas de porte menor em seu estágio de desenvolvimento inicial apresentaram menores teores de clorofila a (9,23), b (25,45) e total (34,68). Este resultado vai contra o que geralmente se espera de indivíduos em idades juvenis que aparentemente aumentam suas taxas fotossintéticas como parte do esforço de desenvolvimento (MAXWELL; JOHNSON, 2000).

A intensidade luminosa pode estar diretamente ligada com a produção de clorofila a e b. Estudos indicam que a maior concentração de clorofila a e b é observada devido a sua necessidade de aumentar a taxa fotossintética (ENGEL; POGGIANI, 1991). A clorofila a e b são pigmentos fotossintéticos responsáveis pela captação da radiação solar, juntamente com os carotenóides (SCALON et al., 2003). Ainda de acordo com os autores a abundância de clorofila e a proporção de clorofila a e b variam de acordo com a intensidade de luz à qual a planta está exposta e por espécies. O que se deve à ligação direta que a disponibilidade luminosa tem com a eficiência fotossintética das plantas nas diferentes fases de seu desenvolvimento. Kull (2002) descreve que o conteúdo de clorofila nas folhas depende de sua aclimação quanto a penetração de luz.

Deste modo, os ajustes nutricionais e fotossintéticos de espécies endêmicas podem ser considerados como estratégias de tolerância ao estresse, para superar as duras condições encontradas nos campos rupestres (PEREIRA et al., 2018). Além disso, o fato de a clorofila ser constantemente sintetizada e destruída pela luz faz com que haja variação do teor de clorofila com o tempo (ATROCH et al., 2001).

Diante deste cenário, fica evidente a importância do estabelecimento do critério de acondicionamento das plantas de *Vellozia ramosissima* quando resgatadas. Dessa forma, pode-se inferir que indivíduos da maior classe de altura e, conseqüentemente, maiores idades ontogenéticas e em fases de desenvolvimento mais maduras, atravessam de forma menos estressante o período de resgate e pós estabelecimento (SANTOS, 2018). Nesse contexto, pode-se inferir que indivíduos adultos possuem maior plasticidade de estabelecimento às alterações ecossistêmicas e eventos estressantes comparando-se às plântulas, uma vez que estas últimas se encontram bastante instáveis durante a fase inicial de seu desenvolvimento, com características fisiológicas ainda não bem desenvolvidas. Os indivíduos juvenis ou plântulas aparentemente não apresentam adaptações às condições adversas, sendo muito mais susceptíveis a intempéries.

5 CONCLUSÃO

- O resgate de indivíduos maiores já desenvolvidos é indiscutivelmente importante a título de conservação, o que torna viável também estudos futuros com níveis de sombreamento em busca de maior sucesso de sobrevivência para todos os estágios de maturidade da planta;
- A classe de indivíduos mais jovens apresentou de maneira geral respostas menores de níveis de clorofila (a, b e total) comparadas às demais classes, atingindo os valores de 25,45; 9,23 e 34,68, respectivamente;
- O protocolo proposto para o resgate de *Vellozia ramosissima* mostrou-se eficiente quando não realizado em plântulas em estágio de desenvolvimento inicial.

REFERÊNCIAS

- ATROCH, E. M. A. C. et al. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forficata* Link submetidas à diferentes condições de sombreamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 4, p. 853-862, abr. 2001.
- BATISTA, D. S. **Vellozia ramosissima**: estrutura populacional, anatomia foliar e avaliação nutricional em áreas de complexos rupestres, sob diferentes substratos, na serra do espinhaço, MG. 2016. 90p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2016.
- BRAHM, R.U. et al. Pontencial de multiplicação in vitro de cultivares de morangueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n.3, p.507-510, dez. 2004.
- CATUNDA, M.G. et. al. Efeitos de herbicidas na atividade fotossintética e no crescimento de abacaxi (*Ananas comosus*). **Planta Daninha**, Viçosa, v.23, n. 1, p. 115-121. 2005.
- DICKINSON, W. C. **Integrative plant anatomy**. San Diego: Harcourt Academic Press, p. 533, 2000.
- ENGEL, V.L.; POGGIANI, F. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas. **Revista Brasileira de Fisiologia**, Londrina, v.3, n.1, p.39-45, maio 1991.
- ESAU, K. **Anatomia de plantas com sementes**. São Paulo:Edgard Blücher, 1974.
- FERNANDES, G. W. et. al. Challenges for the conservation of vanishing megadiverse rupestrian grasslands. **Natureza e Conservação**. Brasil, v.12, n.2, p. 162-165, jul.-dec. 2014.
- FERNANDES, G. W. **Ecology and Conservation of Mountaintop grasslands in Brazil**. Berlin: Springer, 2016. 567 p.

FERREIRA, B. G. A. et al. Miniestaquia de *Sapium glandulatum* (vell.) pax com o uso de ácido indol butírico e ácido naftaleno acético. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n.1, p. 19-31, jan. 2010.

FERREIRA, E.B.; CAVALCANTI, P.P.; NOGUEIRA, D.A. ExpDes: Experimental Designs pacakge. R package version 1.1.2. **Sientific Research**, v. 5, n.19, nov. 2013.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D.A. ExpDes: An R Package for ANOVA and Experimental Designs. **Scientific Research**,v.5, s/n, p. 2952-2958, nov. 2015.

FERREIRA, J. R. **Distribuição da vegetação em um complexo vegetacional na borda leste do Espinhaço Meridional**. 2014. 53 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2014.

FRANCO, A.C.; LÜTTGE, U.. Midday depression in savanna trees: coordinated adjustments in photochemical, effi ciency, photorespiration, CO2 assimilation and water use effi ciency. **Oecologia**, Berlin, v.131, n.3, p.356-365, jul. 2002.

GATSUK, L.E. et. al. Age states of plants of various growth forms: a review. **Journal of Ecology**, London, v.68, p. 675-696, jul. 1980.

GIULIETTI, A.M. et. al. Espinhaço Range region, eastern Brazil. *In* Centres of plant diversity: a guide and strategy for their conservation. In: S.D. Davis, V.H. Heywood, O. Herrera-MacBryde, J. Villa-Lobos & A.C. Hamilton. (eds.). **Information Press**, Oxford, v.3, s/n, p.397-404, 1997.

HACKETT, W. P. Donor plant maturation and adventitious root formation. In:.). Adventitious root formation in cuttings. **Portland: Dioscorides**, v.2, p. 11-28, 1987.

IBRAM-Instituto Brasileiro de Mineração. **Mineração e meio ambiente**. Brasília-Brasil, p. 1-126, 1992.

JACOBI, C. M. et. al. Plant communities on ironstone outcrops – a diverse and endangered Brazilian ecosystem. **Biodiversity and Conservation**, UK, v.16, n.7, p.2185-2200, jun. 2007.

JACOBI, C.M.; Carmo, F.F. Diversidade dos campos rupestres ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, MG. **Megadiversidade**, Rio de Janeiro, v.4, n. 1-2, p.24-32, dex. 2008.

JACOBI, C.M.. et. al. Soaring extinction threats to endemic plants in brazilian metal-rich regions. **AMBIO**, v. 40, p. 540-543, jul. 2011.

JESUS, S. V.; MARENCO, R. A. O. O SPAD-502 como alternativa para a determinação dos teores de clorofila em espécies frutíferas. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 38, n. 1, p. 815-818, dez. 2008.

KULL, O. Acclimation of photosynthesis in canopies: models and limitations. **Oecologia**, Berlin, v. 133, n. 3, p. 267-279, nov. 2002.

LARA, Mariana Sena. **A atividade minerária e a dinâmica demográfica/econômica em Conceição do Mato Dentro**. 2015. 119p. Tese (Doutorado Curso de Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais)- Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RIMA Artes e Textos, 2006. 532p.

MAXWELL, K.; JOHNSON, G. N. Chlorophyll fluorescence - a practical guide. *Journal of Experimental Botany*, v.51, p. 659–668 , apr. 2000.

MENEZES, N.Z. ; GIULIETTI, A.M. Campos rupestres. In: M.P. Mendonça & L.V. Lins (eds.). **Lista vermelha das espécies ameaçadas de extinção da flora de Minas Gerais**, Fundação Biodiversitas & Fundação Zoo-Botânica de Belo Horizonte. p. 65-73. 2000.

MENEZES, N. L. Características Anatómicas e Filogenia da Família Velloziaceae. **Tese de Livre Docência**, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 1984.

MENEZES, N. L. . Traqueídes de transfusão no gênero *Vellozia* Vand .. **Ciência Cultura** , São Paulo, v.23, p.389- 422, 1971.

MINOLTA. C. **Manual for chlorophyll meter SPAD 502**. Osaka, Minolta, Radiometric Instruments divisions. 1989. 22p.

MIRANDA, Marina Dutra. **Modelos de distribuição de espécies de vellozia (Velloziaceae) endêmicas da Cadeia do Espinhaço e o efeito amostral sobre os mapas preditivos**. 2012. 92 f. Tese (Doutorado Biologia Vegetal) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

PEREIRA, E.G. et. al. Distinct ecophysiological strategies of widespread and endemic species from the megadiverse *campo rupestre*. **Flora**, Netherlands, v. 238, p. 79-86, jan. 2018.

PORTELA, R. C. Q. et al. Caracterização dos estádios ontogenéticos de três espécies de palmeiras: uma proposta de padronização para estudos de dinâmica populacional. **Brazilian Journal of Botany**, São Paulo, v.34, n.4, p.523-535, dez. 2011.

R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. p.1-2630, 2008.

RAPINI, A.; RIBEIRO, P.L.; LAMBERT, S.; PIRANI, J. R. A flora dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço. **Megadiversidade**, Rio de Janeiro, v.4, n. 1-2, p.16–24, dez. 2008.

REGO, G.M.; POSSAMAI, E. Efeito do sombreamento sobre o teor de clorofila e crescimento inicial do jequitibá-rosa. **Boletim de Pesquisa Florestal**. Embrapa Floresta, Colombo, v. 53, p. 179-94, 2006.

SANTOS, A.C. **Resgate de espécies endêmicas: estratégias para conservação da biodiversidade dos campos rupestres quartzíticos**. 2018. 78p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2018.

SILVA, R. R.; et. al. Desenvolvimento inicial de plântulas de *Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng.) Schum. sob influência de sombreamento. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 37, n. 3, p.365-370, 2007.

SILVA, N. F. et al. Potential production of *Aspidosperma cylindrocarpon* seedlings via rescue seedlings. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 47, n. 5, apr. 2017.

SILVEIRA, F.A.O. et. al. Ecology and evolution of plant diversity in the endangered campo rupestre: a neglected conservation priority. **Plant Soil**, Suíça, v.28, n.1, p.134-123, jun. 2014

SILVEIRA, F.A.O et. al. Ecology and evolution of plant diversity in the endangered campo rupestre: a neglected conservation priority. **Plant Soil**, Suíça, v. 403, p. 129-152, jun. 2016.

SCALON, S.P.Q. et. al. Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 753-758, 2003.

VIEIRA, K. C. **Padrões florísticos e estruturais do componente arbustivo-arbóreo em áreas de Campo Rupestre sob diferentes substratos no Espinhaço Meridional**. 2015. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2015.

VIDAL, C.Y. **Transplante de plântulas e plantas jovens como estratégia de produção de mudas para a restauração de áreas degradadas**. 2008. 171p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

WENDLING, I. et al. Maturation and related aspects in clonal forestry-Part I: concepts, regulation and consequences of phase change. **New Forests**, Netherlands v.1, p.1-23, mar. 2014.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atividades de mineração podem ser consideradas como uma das mais severas formas de degradação de um determinado ambiente, devido à necessidade de supressão da vegetação e por consequência uma grande ameaça à flora existente. Em função do grande impacto aos ecossistemas, a legislação brasileira exige a recuperação de áreas degradadas em decorrência da atividade mineradora. O resgate de flora atua como uma medida mitigadora envolvendo práticas que minimizem tais impactos e atuem de formas favoráveis aos programas de recuperação de áreas degradadas.

A metodologia proposta neste trabalho amplia as possibilidades e necessidades de estudos e métodos adequados para o sucesso do mesmo. Diante dos objetivos propostos para esta dissertação e nas condições em que foram realizados os experimentos do presente estudo, foi possível chegar às conclusões a seguir:

O protocolo proposto para o resgate e acondicionamento em forma de mix, mostrou-se bastante promissor, principalmente quando a espécie chave utilizada foi a *Vellozia epidendroides*. Estes resultados corroboram e incentivam à busca de novos estudos com outras espécies, uma vez que o replantio em forma de microhabitats surge como uma nova alternativa para a reintrodução dos indivíduos já que a nucleação viabiliza pequenos núcleos que visam elaborar microhabitats propícios para a abertura de uma série de eventos que favoreçam a regeneração natural, permitindo a interação entre os organismos.

Para o resgate da espécie *Vellozia ramosíssima*, o protocolo proposto mostrou-se mais eficiente quando não realizado em plântulas em estágio de desenvolvimento inicial. Ele indica que, de maneira geral, a espécie possui baixa adaptabilidade e pode ter sido influenciada pelas altas temperaturas registradas no dia do resgate, pois estando todas à pleno sol, o estresse das mudas foi intensificado. O que poderia hipoteticamente ter sido amenizado caso tivessem sido submetidas primeiramente a certo nível de sombreamento, sendo este o principal fator que influencia positivamente na sobrevivência de plantas no resgate.